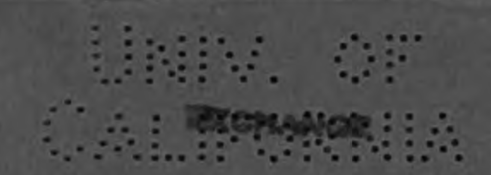

UC-NRLF
B 3 840 525



Die geologischen Verhältnisse des Oberamts Tettnang.

Von

Martin Schmidt.

Sonderabdruck aus:
Beschreibung des Oberamts Tettnang. Zweite Bearbeitung.
Herausgegeben vom K. Statistischen Landesamt.

(Erscheint 1914.)

Stuttgart.
Druck und Verlag von W. Kohlhammer.
1914.

I. Natürliche Verhältnisse.

1. Geologische Verhältnisse und Geländeform.

Von Martin Schmidt.

(Dazu 20 geologisch interessante Landschaftsbilder nach Photographien des Verfassers und eine Karte mit geologischen Eintragungen im Maßstabe 1 : 100000.)

Karten: Geognostische Spezialkarte von Württemberg, Blätter Friedrichshafen, Tettnang; 1 : 50000. — Geologische Spezialkarte des Königreichs Württemberg in 1 : 25000, Blätter Tettnang, Neukirch, Langenargen (1913); im **Druck** Friedrichshafen-Oberteuringen und Ravensburg.

Neue **Literatur:** Penck, A. Der Bodensee. 1902. (Vorträge des Vereins ... naturwiss. Kenntnisse in Wien.) — Halbfaß, W. Zwei Seen in der Moränenlandschaft des Bodensees. 1903. (Globus.) — Penck und Brückner. Die Alpen im Eiszeitalter, Lief. 4 und 5. 1903. — Schmidle, W. Zur geologischen Geschichte des nordwestlichen Bodensees ꝛc. 1906. (Bodensee XXXV.) — Kinkelin, F. Der Boden von Lindau i. B. und Umgebung. 1907. (Bodensee XXXVI.) — Regelmann, Ch. Neuzeitliche Schollenverschiebungen der Erdkruste im Bodenseegebiet. 1907. (Berichte über die Vers. d. Oberrhein. Geol. Ver. 40). — Schmidt, M. Die geologischen Verhältnisse des unteren Argentales. 1907. (Ebenda.) — Schmidle, W. Über Riedel- und Talbildungen am nordwestlichen Bodensee. 1908. (Mitt. der Großh. Bad. Geol. Landesanstalt VI, 1.) — Derselbe. Postglaziale Ablagerungen im nordwestlichen Bodenseegebiet 1—8. 1910 u. 1911. (Zentralblatt für Mineralogie.) — Schmidt, M. Rückzugsstadien der Würmvergletscherung im Argengebiet. 1911. (Bodensee XL.) — Wagner, E. Über die Ausbildung des Diluviums in der nordöstlichen Bodenseelandschaft. 1911. (Jahresh. d. Ver. f. vat. Naturk. Württemberg LXVII.) — Stark, P. Beiträge zur Kenntnis der eiszeitlichen Flora und Fauna Badens. 1912. — Fraas, E. Die Entstehung des Bodensees. 1913. (Bodensee XLII.)

Der geologische Schichtenaufbau eines Landes ist sonst gewöhnlich viel älter und unter ganz anderen Verhältnissen entstanden als seine heutige Bodenform. Beziehungen zwischen beiden treten natürlich trotzdem auf Schritt und Tritt zutage. Aber es ist doch möglich, in einer physiographischen Darstellung die spezielleren geologischen Verhältnisse und andererseits die Form und Entwickelung des Geländes in gesonderten Kapiteln zu behandeln.

Im schwäbischen Oberlande empfiehlt sich eine solche Trennung nicht. Mit zurücktretenden Ausnahmen gehört es dem glazialen Diluvium an. Hier stammt das Material der Ablagerungen — wenigstens in seiner jetzigen Form und Zusammen-

setzung — aus derselben Zeit, aus derselben Periode des geologischen Werdens, in der auch die noch heute erhaltene Form der Erdoberfläche entstanden ist. Die Geologie einer Diluviallandschaft ist vor allem auch die Geschichte ihrer Geländeform. Beide sind untrennbar verbunden und sollen daher auch in der folgenden Beschreibung gewissermaßen miteinander verflochten vorgeführt werden.

Gleichwohl ist es zweckmäßig, zur Einführung und ersten Orientierung eine allgemeine Gliederung der Landschaft nach großen, zunächst rein morphologischen Zügen vorauszuschicken, zumal eine solche Gliederung hier besonders einfach und deutlich ist (vergl. hiezu die beiliegende Karte in 1 : 100 000).

Das Oberamt Tettnang begreift zunächst einen nicht geringen Anteil am Seegestade des prächtigen „Schwäbischen Meeres", des Bodensees. Aber dieses Gestade ist eigentlich kein selbständiger Anteil der Landschaft. Wohl gehören ihm besonders jugendliche Bildungen an, später entstanden als das höher gelegene Gebiet landeinwärts. Aber hier ist die Gegenwart doch nur das letzte Kapitel einer ihr nicht wesensfremden Vergangenheit und bildet mit ihr ein Ganzes.

Vom Ufer des Sees steigt das Gelände nur allmählich an, auch nicht überall in demselben Maße. Wir unterscheiden im ausdrucksvollen Bilde der Höhenkurvenkarte leicht ein hügeliges Gebiet im Osten, das bei Hemigkofen den See berührt, ein zweites etwas weniger ausgesprochenes, bei Friedrichshafen beginnendes im Westen, und zwischen beiden eine ausgedehnte, von weitem fast ungegliedert erscheinende Ebene. Schon in der alten Beschreibung des Oberamts vom Jahre 1838 ist diese Dreiteilung der Landschaft besonders gewürdigt. Sie herrscht auch weiter nördlich über die Grenzen des Oberamts hinaus noch weithin mit gleicher Deutlichkeit.

Das Hügelland dehnt sich im Osten und Westen, vom See aus allmählich ansteigend, aber sonst fast überall mit geringen Verschiebungen nach einem und demselben sehr merkwürdigen Typus gebaut, meilenweit nach Norden. In stetiger Wiederholung folgen sich länglich gestaltete, sanft gewölbte Rücken, selten länger als 1000 m, selten um mehr als 50 m die nächsten Talrinnen überragend. Herdenhaft erscheint die Gleichmäßigkeit der Form aller dieser Hügel, und wie bei einer weidenden Herde streichen die Rücken in kleineren Bezirken alle in derselben Richtung, die sich nur im großen allmählich ändert. Schon die alte topographische

Karte, noch mehr die farbige Darstellung des geognostischen Atlasses in 1 : 50000 gibt einen guten Begriff von der sonderbaren Gleichmäßigkeit dieser Gliederung des Hügelgeländes nördlich vom Bodensee. Besonders klar bringt sie die Höhenkurvenkarte zum Ausdruck. Wir haben es, um wenigstens den Namen dieser eigenartigen Oberflächenform hier schon zu bringen, mit einer typischen Drumlinlandschaft[1]) zu tun, einer Form des Geländes, wie sie in den verschiedensten Weltgegenden in alten Gletschergebieten gelegentlich bekannt geworden ist. Nach den speziellen Untersuchungen bei der geologischen Landesaufnahme ist der Versuch gemacht, im Farbenaufdruck der Karte zum ersten Male alle einigermaßen deutlichen Drumlinformen unserer Gegend (in brauner Horizontalschraffur) zur Darstellung zu bringen.

Zwischen den beiden Hügelgebieten dehnt sich auch die breit am See beginnende Ebene weit nach Norden aus. Genauer ins Auge gefaßt stellt sie eine breite, flache Mulde dar, die sich zwischen die plateauartig aufragenden Abschnitte der Hügellandschaft einsenkt. Auch sie steigt, wenn auch viel schwächer, nach Norden an. Aber dieses Ansteigen erfolgt nicht überall gleichmäßig, wie im Talboden eines großen Stromtales, an das sonst der Anblick der Landschaft erinnert. An den verschiedensten Stellen erhebt sich das Gelände plötzlich in Form ausgezeichnet scharf geschnittener Stufen. Sie sind nicht gerade hoch; darum treten sie aus größerer Ferne gesehen zurück. Auch verhüllt hier üppiger Waldwuchs vielfach die feineren Formen des Geländes. Wenn man aber westlich Langenargen von der Argen aus über Oberdorf auf Tettnang zu den Tettnanger Wald durchwandert, so hat man nicht weniger als viermal plötzliche Anstiege vor sich, die über scharfe Kanten immer wieder auf weitgedehnte tischebene Terrassen[2]) hinaufführen. Die höchste von ihnen, auf der die Oberamtsstadt selbst gelegen ist, erhebt sich bereits volle 70 m über das Mittelwasser des Sees. Diese höchste und auch die nächstniedere der Terrassen sind übrigens auf die Ostseite der großen Talmulde beschränkt, so daß der volle Stufenaufstieg nicht in der ganzen Breite des Tales angetroffen wird, wenn man es vom See aus nach Norden durchmißt.

In der unmittelbaren Umgebung der Hauptwasserader des breiten Beckens, der bis vor kurzem noch in vielfachen Mäandern

1) Ursprünglich irischer Ausdruck für kleinere Geländerücken.

2) S. die verschiedenen grünen Töne des geologischen Bildes.

träge dem See zuschleichenden Schussen, ist überhaupt von absetzenden Terrassen nichts zu spüren. Sie strebt in einer besonderen, nicht sehr breiten Talaue in der Axe der großen Mulde anscheinend gleichmäßig fallend [1]) nach Süden. Gleichwohl zeigen im unteren Talabschnitt die genauen Aufnahmen des Längsprofiles des Gewässers deutliche Gefällsbrüche, die den Terrassenstufen entsprechen und auch die Veranlassung zur Anlage von Stauvorrichtungen zur Ausnutzung der Wasserkraft gegeben haben.

Von Westen her mündet aus dem Hügelgelände nördlich Friedrichshafen die unbedeutende Ach (Rotach) gerade noch in die mittlere Depression.

Beide übertrifft weit an Kraft und Bedeutung die flinke [2]) Argen, die von Osten herankommt. Auch sie schneidet sich ein gleichmäßig fallendes Tal in die Terrassen ein. Aber diese begleiten sie allenthalben in nächster Nachbarschaft und sind dort, wo der Fluß aus dem östlichen Hügellande in die Mulde des Schussenbeckens eintritt, besonders deutlich und vollzählig entwickelt.

Das Tal der Argen stellt kein so bedeutendes, vor allem kein ursprüngliches Hauptglied der Landschaft dar. Man sieht ihm an, daß es in einem in den oben geschilderten Hauptzügen schon fertigen Modell der Oberfläche durch spätere Erosionswirkung des Flusses zustande kam. Als ziemlich tiefer Einschnitt, im untersten Stück 1—2 km breit (s. Abb. 4), weiter oben fast schluchtartig eng (Abb. 3), übrigens vielfach mit Terrassengliederung seiner Hänge (s. Abb. 10), trennt es einen kleinen Südabschnitt der Hügelregion unseres Gebietes von dessen Hauptmasse. Das obere, wie Abb. 3 zeigt, schönbewaldete und landschaftlich besonders reizvolle Talstück verliert aber nach oben schon bei Pflegelberg, wo die Argen durch Vereinigung zweier Quellflüsse entsteht, viel von seinem romantischen Charakter. Zwar haben auch diese Quellflüsse, die Wangener und die Isnyer Argen [3]), deutlich eingeschnittene Täler mit Terrassengliederung ihrer Hänge. Aber noch höhere Terrassenebenen ziehen sich quer von einem zum

1) Das Gefälle beträgt auf die in der Luftlinie 14 km lange Strecke ihres Laufes innerhalb des Oberamts Tettnang nur 18 m.

2) Gefälle im Bereich des Oberamtes allein von Pflegelberg an (auf 18 km) 95 m.

3) Die Namen „obere“ Argen für die erstere und „untere“ für die letztere, die sich in den Karten finden, führen leicht zu Mißverständnissen. Sie entsprechen auf lange Strecken nicht dem tatsächlichen Höhenverhältnis und werden zweckmäßig durch die oben gegebenen, von D. Fraas vorgeschlagenen Benennungen ersetzt.

anderen, innig verwachsen mit dem Hügelreichtum der Drumlinlandschaft. Es entsteht ein recht buntes, kompliziertes Bild, dessen genauere Schilderung und genetische Deutung erst später im Rahmen der geologischen Entwickelung der ganzen Landschaft ihre Stelle finden kann.

Die Beurteilung der Höhenverhältnisse der hügeligen Abschnitte wird durch die reiche Zergliederung ihrer Oberfläche in die zahllosen Kuppen und Rücken einigermaßen erschwert. Die buntscheckige Bewaldung auf Höhen, Hängen und in den Gründen vermehrt zudem die Schwierigkeit eines Überblickes. Aber es gibt doch eine Reihe freier, zur Orientierung ganz gut geeigneter Gipfel, allen voran die Brünnensweiler Höhe nordöstlich Tettnang (587,5 m). Hier erkennt man einigermaßen deutlich, daß die beherrschenden Gipfelhöhen vom See her ziemlich gleichmäßig zunehmen. Dieses Ansteigen ist in dem ausgedehnteren östlichen Plateaustück stärker und vollzieht sich rascher als im Westen, von Friedrichshafen nach Norden zu.

Der Vergleich der Entfernungen der jeweils ersten Vorkommen der Höhenstufen von je 50 m vom Seegestade gibt von dieser Zunahme der Gipfelhöhen einen guten Begriff. In 395 m liegt der Spiegel des Bodensees bei Mittelwasser. Die ersten Höhen von 450 m und darüber liegen im Osten des Schussentales etwa 1,5 km vom Gestade landeinwärts. Im Westen treffen wir eine entsprechende Erhebung erst um Unterraderach, mehr als 2 km vom See entfernt. Die Kote von 500 m zeigt sich im Osten durchschnittlich in 4 km Distanz. Nur die ausnahmsweise hoch aufragende Straußenhalde nordöstlich Hemigkofen (521,7 m) kommt bis auf 2 km an die ins Land eindringende Bucht von Kreßbronn heran. Im Westen erreicht zunächst nur der Horrach nördlich Oberailingen, 7 km vom See, die Höhe von 500 m. Weiter nördlich tritt sie dann erst etwa 10 km vom See entfernt bei Taldorf und in dem zerschnittenen Plateau nordwestlich Hefigkofen wieder auf. Dabei ist vorläufig abgesehen vom Gehrenberg, der weiter westlich als breiter Kegel die gesamte Uferlandschaft des Sees bedeutend überragt (über 750 m). Außer an seinem Hange wird die nächste Höhenstufe von 550 m hier im Westen des Oberamtes überhaupt nicht erreicht. Im Osten tritt diese Höhenzone zuerst auf bei Esseratsweiler (Herrschaft Achberg nördlich Lindau), 8 km vom See, in ähnlichem Abstande dann im Argenberg bei Rappertsweiler und dem Einschlag bei Zimmerberg.

Von nun an verlangsamt sich auch hier der Anstieg sichtlich.

Höhen von 600 m kommen ganz im Osten des Oberamts überhaupt nicht mehr vor. Erst jenseits seiner Grenze, um Ettenweiler, 17 km vom See, wird diese Höhenschicht dort erreicht. Weiter westlich, bei Neukirch und Russenried, überschreiten einige Kuppen auch innerhalb des Gebietes 600 m, nur 12 km vom See entfernt. Die höchste von ihnen, der „obere Schorren" nordwestlich Neukirch, ist mit 607 m die höchste Kuppe des östlichen Hügellandes, soweit es zum Oberamt gehört. Im Westen zieht sich allerdings ein schmales Anhängsel des Oberamtsbezirkes über dem Hof Remette am Gehänge des schon genannten Gehrenberges noch mehr als 100 m höher hinauf. Die größte dort erreichte Höhe von 712 m ist damit auch der Kulminationspunkt des Gebietes.

Dieser Punkt liegt nur 13 km entfernt von der größten Tiefe des Sees im „tiefen Schweb" südwestlich Fischbach (— 252 m = 143 m Meereshöhe), auf der Grenze des württembergischen Seeanteils, wie man ihn auf älteren Karten eingetragen findet. Die Höhendifferenz dieser beiden Punkte erreicht den beträchtlichen Wert von 569 m.

Die Darstellung der **geologischen Verhältnisse** beginnt naturgemäß mit den *ältesten Schichten*, trotzdem sie im Bilde der ganzen Gegend eine recht geringfügige Rolle spielen. Sie treten fast nur in einigen tiefer einschneidenden Talstücken des Argensystemes ans Tageslicht. Gleichwohl sind sie überall im Untergrunde vorhanden. Wie eine Schale bilden sie die Unterlage der jüngeren Ablagerungen, aus denen sonst die Oberfläche besteht.

Dieser tiefere Untergrund unserer Gegend ist im Rahmen des Ganzen eine Welt für sich. Das Land glich, als er entstand, in einer geologisch gesprochen gar nicht so fernen Zeit, dem jetzigen Bilde der Gegend nicht von ferne. Es ist ein späterer Abschnitt der Braunkohlenzeit, der *Tertiärformation*, in die uns diese *Sandsteine* und *Tonmergel* zurückführen, die in den Flußtälern da und dort entblößt erscheinen. Genauer gesprochen gehören die Schichten zur **oberen Süßwassermolasse,** dem *oberen Miozän*.

Zur Zeit ihrer Entstehung war es noch nicht lange her, daß — im mittleren Miozän — ein offenes Meer sich ausdehnte am Nordfuß des sich schon kräftig erhebenden Alpengebirges, an anderen Stellen wenigstens weite Lagunen von brackischem Charakter. Die mächtigen, fossilführenden Schichten aus dieser Zeit liegen bei uns

wohl ebenso wie sonst in einem großen Teil von Oberschwaben, wie z. B. das Bohrloch von Ochsenhausen lehrt, tief im Untergrunde vergraben. An die Stelle der Salzflut traten im oberen Miozän dann ausgedehnte Süßwasserseen, flach und schlammig, wie es scheint, und wenigstens zeitweise unglaublich öde und arm an lebenden Wesen. Ihre Sedimente sind es, die wir in unseren Tertiäraufschlüssen vor uns sehen.

Tonige und sandige Schichten setzen dementsprechend, wie schon bemerkt, unsere Süßwassermolasse zusammen. Aber schon in dem engen Rahmen der Oberamtsgrenzen können wir eine zweifache Entwickelung der Schichten verfolgen.

Im Osten, wo die Formation an den Prallstellen der Argen und ihrer Quellflüsse häufig entblößt ist und mehrfach ganz stattliche Steilwände bildet, ist sie bequem zu studieren. Feste, hell blaugraue, lebhaft gelb verwitternde Tonmergel wechseln an allen solchen Stellen mit grauen und bräunlichen, feinkörnigen und tonreichen Kalksandsteinbänken, die leicht verwittern und in tonigen Feinsand übergehen. Dazwischen schalten sich Bänke gröberen Kornes ein, ebenfalls meist noch von verkittenden Karbonaten durchsetzt. Teils bilden sie mächtige, leidlich regelmäßige Lagen, teils sind es nur unregelmäßige Klötze, die seitlich merkwürdig schnell sich auskeilen, oft wie abgebrochen enden, trotzdem keine Verwerfung da ist. Dieser gröbere Sandstein verwittert schwerer und ist selbst in bewaldeten Hängen, so westlich vom „Sack", von dem schon die Rede war, in felsigem Steilhang zu verfolgen. Alle diese festen Bänke setzen schon im Bett der kräftigen Argen der Erosion Widerstand entgegen. In kleineren Rinnsalen erzeugen sie hübsche Wasserstürze mit tiefen „Gumpen" darunter. Ein besonders schönes Beispiel zeigt Abb. 1 aus dem benachbarten Tale der Leiblach. In allen diesen Tertiärschichten der Argengegend wurden Fossilien bisher noch nicht gefunden, wenn sie auch vor allem in den Tonmergeln wohl zu erwarten sind (Landschnecken).

Der geringfügige Aufschluß der Molasse bei Hirschlatt zeigt uns demgegenüber die Art ihrer Ausbildung im Westen. Ein mürber, mäßig feinkörniger, toniger Sandstein, auffallend reich an zarten Flittern eines hellen Glimmers, steht, wie es scheint, in ziemlicher Mächtigkeit im Boden. Lagenweis treten verhärtete, unregelmäßige Knorren in ihm auf (Zapfensande). Die Hauptmasse zerfällt an der Tagesoberfläche zu glimmerigem, tonigem Sand.

Dieser Habitus der Molasse entspricht ganz ihrer Ausbildung in der benachbarten Gegend von Ravensburg, zu der auch einige weitere Aufschlüsse in Bachrissen bei Meckenbeuren und weiter nördlich überleiten. Dort ist gelegentlich neben dem glimmerigen Sand und weichen Sandstein noch grauer bis weinroter, fetter Tonmergel zu sehen, der ebenfalls bei Ravensburg nicht fehlt. Von Süßwassermollusken (Unio) und anderen Fossilien, die man in den Aufschlüssen bei Ravensburg mehrfach erbeutet hat (Wirbeltierknochen, Helix sylvana u. a.), ist in unserem engeren Gebiet bisher nichts gefunden. Diese weicheren Molasseschichten der Schussengegend werden auch von kleineren Gewässern meist in steilwandigen Schluchten glatt durchschnitten. Abb. 2 gibt ein Beispiel davon aus der an solchen Schluchten besonders reichen Umgebung des benachbarten Ravensburg.

Nach dem allgemeinen Bilde der oberen Süßwassermolasse, das die Untersuchungen vom Hange des Pfänders bis in die Gegend von Ravensburg bisher ergaben, dürften die Tonmergel und Kalksandsteine der Argengegend wohl etwas älter sein als die im Schussentale erschlossenen Schichten.

Nach diesem kurzgefaßten Überblick über den tertiären Untergrund wenden wir uns derjenigen Formation zu, der unsere Landschaft, wie eingangs gleich betont wurde, durchaus bis in alle Einzelheiten ihr charakteristisches Gepräge verdankt, dem **Diluvium in glazialer Ausbildung.**

Die Anschauungen über die geologische Deutung der Diluviallandschaft haben sich erst in neuester Zeit ausreichend geklärt. Wohl hatte früh gerade in Oberschwaben der großartige Gedanke der mächtigen diluvialen Vergletscherungen Eingang und Verbreitung gefunden. Die anfänglich noch etwas vagen Ideen von der Ausbreitung und Wirkungsweise des aus der Pforte des Rheintales dem Gebirge entquellenden Eisstromes, wie sie z. B. noch bei Probst sich finden, wichen zum großen Teil bald den jetzt herrschenden, auf dem eingehenden Studium der noch heute tätigen Gletscher und ihrer Erzeugnisse aufbauenden Anschauungen. Vor allem brach sich früh auch der Gedanke von mehrmaligen, durch wärmere Interglazialzeiten getrennten Vereisungen des Gebietes Bahn. Aber gerade in der ersten Gesamtdarstellung der Gegend, im geognostischen Atlas des Königreiches in 1 : 50000, war man auf Grund irrtümlicher Deutung einzelner Beobachtungen über die Grundlage der ganzen Darstellung, das gegenseitige Altersverhältnis der einzelnen Glieder der

Landschaft, zu verhängnisvollen Trugschlüssen gekommen. Die braune Farbe der Karte (Gl_1) sollte ältere Moräne einer vorletzten, die blaue (Gl_2) jüngere einer letzten Vereisung bedeuten. Mit der Mühe und Sorgfalt, die in dem ganzen trefflichen Kartenwerk aufgewandt wurde, schied man petrographisch nach dem mehr lehmig festen oder mehr kiesig lockeren Charakter, daneben nach sekundären Kalkverkittungserscheinungen, die man als untrügliches Kennzeichen höheren Alters ansah, im ganzen Verbreitungsgebiet der letzten Eisbedeckung „Alt-Moräne“ und „Jung-Moräne“ aus. Tatsächlich wurde so z. B. für unser engeres Gebiet das wahre Altersverhältnis der Bildungen vielfach völlig umgekehrt. Vor allem erschienen dadurch die Erzeugnisse der vorletzten Vereisung hier in außerordentlicher Verbreitung, während sie mit Sicherheit nur an ganz wenigen Stellen nachzuweisen sind.

Die obenerwähnten späteren Arbeiten haben diese Irrtümer berichtigt und eine immer sicherer und eingehender ausgebaute Kenntnis der geologischen Geschichte des oberschwäbischen Glazialgebietes geschaffen. Die neue geologische Spezialkarte in 1 : 25 000, von der gerade das Gebiet des Oberamtes Tettnang teils schon erschienen teils zur Zeit im Druck ist, bestrebt sich, die interessante Gegend nach den neugewonnenen Anschauungen so eingehend, als es der Maßstab der Karte zuläßt, zur Darstellung zu bringen.

Wollen wir Glazialgebiete früherer Zeiten aus ihren Resten verstehen, so müssen wir von den Erzeugnissen der heutigen Gletscher und der Art ihrer Entstehung ausgehen. Die Gletscher unserer jetzigen Gebirge erzeugen aus den gewaltigen Massen von großen und kleinen Gesteinstrümmern, die in ihrem Nährgebiet sich von den aperen Felswänden lösen und auch unter dem Eis der Frostwirkung und dem schleifenden Druck der strömenden Eismasse zum Opfer fallen, Schuttbildungen von ganz bestimmter Art. Wir scheiden sie in glaziale und fluvioglaziale.

Glaziale Produkte bilden sich im Eise, unter ihm und an seinem Rande. Die großen und kleinen Gesteinstrümmer, die Geschiebe, wie sie bezeichnend genannt werden, kommen in der langsam strömenden Masse des Eises beständig unter gewaltigem Druck in gegenseitige Berührung. Die Folge ist ein wechselweises Abschleifen und wohl auch Zerpressen, dem mürbe und weiche Gesteine allmählich ganz erliegen. Aber auch die festeren und härteren zeigen die Spuren des langen Transportes im Eise mit Deutlich-

keit. Alle Kanten und Vorsprünge schleifen sich ab. Die ganze Oberfläche wird geglättet, fast wie poliert, dazu bei vielen, besonders den dichten, aber nur mäßig harten, vor allem den Kalksteinstücken, über und über bedeckt mit feinen „Kritzen“ und gröberen „Schrammen“, den Spuren, die härtere Körner und Ecken auf ihnen erzeugten.

Nach dem Abschmelzen finden wir alle Erzeugnisse der Arbeit des Gletschers an dem Gesteinsmaterial, die kantengerundeten, zum Teil gekritzten Geschiebe in allen Größen und den feinen und feinsten Detritus, vereinigt in einem steinig-sandigen, ungeschichteten Lehmmergel, der „Grundmoräne“ (Blocklehm, Geschiebemergel), dem außerordentlich charakteristischen Sediment des Gletschers selbst. Die beigegebenen Abbildungen zeigen mehrfach Aufschlüsse in Grundmoräne, in großer Mächtigkeit vor allem Abb. 18. Typisch für ziemlich blockreichen Geschiebemergel ist die mittlere Schicht des in Abb. 11 dargestellten Aufschlusses. Grundmoräne pflegt das muldenförmige Bett, das der Gletscher beim Abschmelzen freigibt, so gut wie lückenlos auszukleiden. Doch ist sie nicht überall von derselben Mächtigkeit. Gegen den äußeren Rand des Gletscherbeckens pflegt sie im Vorland der Alpen stark anzuschwellen, ebenso sonst überall, wo aus verschiedenen Gründen das Strömen und Arbeiten des Gletschers behindert war (siehe später).

Am Rande des Gletschers findet infolge des beständigen Abschmelzens eine besonders starke Schuttanhäufung statt. Sie zeigt aber nur noch zum Teil die Form der Grundmoräne. Denn hier entspringen in großen und kleinen Sturzbächen aus dem Eisrande die Schmelzwässer. Sie zerstören einen bedeutenden Anteil der eben erst entstandenen, noch schlammig weichen Grundmoräne, führen alles Feine, wenn nicht gerade ihre Fluten vor dem Eisrande sich einmal stauen, weit ins Vorland mit hinweg und hinterlassen am Eisrande selbst nur den gröbsten Auswaschungsrest, groben Sand, Kies und Blöcke. Letztere bilden oft eine förmliche Packung, mit fast völligem Ausschluß feinerer Körnungen. Solche Blockpackung zeigt sich in Nestern, wie sie vom Südhange des Gehrenberges Abb. 20 darstellt, oder auch in einigermaßen weit durchgehenden Lagen. Nun „oszilliert“ der Eisrand beständig und lagert über den ausgewaschenen Randprodukten gelegentlich wieder Grundmoräne ab und umgekehrt, oft in mehrfachem Wechsel. Dazu schiebt das Eis vielfach beim Wiedervorrücken das schon entstandene zu Wällen und Kuppen zusammen.

Alle diese Gebilde faßt man als Endmoränen zusammen. Sie bilden teils flache, wenig auffallende Wülste, teils steile Kuppen, einzeln oder in Reihen, teils längere Wälle, teils schließlich ganze Zonen kuppenreichen Geländes mit tiefen, abflußlosen Einsenkungen. Aufschlüsse zeigen manchmal nichts als Grundmoräne, öfter Kies, Sand und auch Bänder tonigen Feinsandes (Elbsand) in buntem Wechsel, nicht selten auch ein wirres Gemisch von alledem in gestörter Lagerung, fast stets einen Reichtum an Blöcken und kleineren Geschieben. Besonders bezeichnend und meistens entscheidend ist dann die topographische Entwickelung. Die Endmoränen folgen dem Eisrande, verlaufen tangential zur strömenden Eismasse, meist also quer zu deren Strömungsrichtung und nur an den Flanken langer Gletscherzungen ihr etwa parallel (Seitenmoränen). Daher bezeichnen sie, je lückenloser sie sich am Eisrande bildeten und erhielten, um so deutlicher auch später noch seinen jeweiligen Verlauf, naturgemäß besonders da, wo er einige Zeit stationär war (Stillstandslagen). Als Übergangskegel bezeichnet man in und an den Endmoränengürteln die an gekritzten Geschieben und größeren Blöcken reichen, aber später nicht durch Eisdruck gestörten Schuttkegel der Eiswandgewässer.

Alle Sedimente, die ohne unmittelbare Verbindung mit dem Eisrande weiter draußen nur durch die Tätigkeit der Schmelzwässer entstehen, faßt man als fluvioglaziale Bildungen zusammen. Sie füllen die Hohlformen der Oberfläche im Vorlande des Gletschers aus und bekleiden den Boden der durch die starke Erosionskraft der Eisgewässer entstehenden Talrinnen. Von der großen Mannigfaltigkeit dieser Bildungen, die aber doch unter den verschiedenen Bedingungen ihrer Entstehung ganz bestimmte Gesetzmäßigkeiten ihres Aufbaus erkennen lassen, ist später genauer die Rede.

Wir folgen nun in der näheren Schilderung der glazialen Verhältnisse unserer Gegend zweckmäßig dem Vorgange des Rückzuges der letzten großen Vereisung, die wir mit A. Penck als Würmvergletscherung bezeichnen, in dessen Verlauf wir ein Stück des Gebietes nach dem anderen unter der abschmelzenden Eismasse zutage treten sehen.

Der Höhestand der Würmvereisung wird im Gebiete des Rheingletschers bekanntlich bezeichnet durch eine prachtvolle Guirlande von Endmoränen, die den fächerförmig ausgebreiteten Gletscher

umkränzte, die „äußere Jung-Endmoräne". Unser Gebiet liegt aber viel zu zentral in dem großen Fächer, um mit diesem äußersten Gürtel in Berührung zu treten, selbst nicht mit den spitzen, gabelförmigen Stücken, wo er zwischen vorspringenden Lappen sich tief in die innere Fläche hineinzieht. Nicht einmal die zweite besonders deutliche Gruppe von Moränen, die schon viel weiter drinnen liegt und wesentlich tiefer in einzelne Lappen zerschnitten ist, die „innere Jung-Endmoräne," greift bis zum Oberamt Tettnang herein.

Wir erwähnen hier nur noch in Kürze, weil diese Begriffe später mehrfach eine wichtige Rolle spielen, daß man guten Grund hat, mit Penck anzunehmen, daß dieser zweite Moränenkranz nicht eine bloße Ruhelage im Abschmelzvorgang bezeichnet, sondern die äußere Grenze eines neuen, fast einer selbständigen Eiszeit gleichkommenden Vorstoßes[1]) des Eises. Vor ihm war in der sogenannten Laufenschwankung das Eis bis an oder sogar in die Täler des Hochgebirges zurückgewichen. Den Vorstoß selbst bezeichnen wir passend als Achenvorstoß, da er mit der ihm folgenden großen Rückzugsperiode, der Achenschwankung Pencks, die uns vor allem beschäftigen wird, naturgemäß ein Ganzes bildet.

Erst eine dritte Kette analoger Moränen-Bildungen kommt für unsere Gegend direkt in Betracht. Sie liegt zu den ersten beiden konzentrisch, wie zu erwarten war. Aber die Zerlappung des Gletschers ist jetzt viel stärker ausgeprägt. Unter den verschiedenen Lappen überwiegen bestimmte Hauptzweige, die in vertieften Mulden, den Zweigbecken, besonders weit vorstoßen. Ein solches Zweigbecken ist das breite Tal in dem die Schussen fließt. Ein zweites, viel weniger bedeutendes senkt sich, die Leiblach beherbergend, von Nordosten auf Lindau herab. Es kommt für uns direkt nicht mehr in Betracht. In ihm ist aber bei Mariathann (nicht mehr auf dem Kartenblatt) eine Endmoränengruppe entwickelt, die uns die Lage des dritten Gürtels dort gut präzisiert. Die keilförmigen, plateauartig sich erhebenden Sektoren zwischen den Zweigbecken führen den Namen „Riedel". Auf ihnen konnte der Gletscher schon der größeren Höhenlage wegen nicht so weit vorstoßen, wie in den Zweigbecken. Denn das Eis dieser aus dem Gebirge herausgequollenen, uferlos sich ausbreiten-

1) Viele sind jetzt geneigt, den Vorstoß als fünfte Hauptvereisung den vier Eiszeiten Pencks (Günz-, Mindel-, Riß- und Würmvereisung) anzureihen.

den Gletscherkuchen verbreitete sich auf seiner Unterlage als ein plastischer, wenn auch sehr strengflüssiger Körper durchaus gesetzmäßig. Seine Oberfläche besaß ein ziemlich gleichmäßiges Gefälle, das nur in den Richtungen besonders freien Hinströmens erheblich geringer war. Auf den Riedeln kommt dagegen hemmend und das Oberflächengefälle erhöhend der steilere Anstieg vom See, dem Stammbecken her in Betracht. So kommt es, daß das Eis, als es im Becken der Leiblach bis Mariathann vorstieß, doch die Gegend von Primisweiler im Osten des Oberamtes schon freigab. Der Eisrand, der in der Karte durch eine unterbrochene blaue Linie mit der Zahl III^b bezeichnet ist, bildete hier einen bis Schwarzenbach und Pflegelberg zurückspringenden Winkel. Hier lag zugleich eine flache Depression; erst weiter nordwestlich, jenseits Haslach, folgte höheres Gelände.

Die Folge war, daß die Schmelzwässer des Eisrandes, vor allem auch die ganze Wassermasse aus dem Quellgebiet der Wangener und Isnyer Argen, deren Täler beide schon in einer gewissen Tiefe bestanden, in diesem Winkel sich zu einem ausgedehnten See aufstauten. Es war ein eigentlicher Eissee, denn an mehr als einer Stelle ist das Gelände in der Richtung zum See hin zu niedrig, um selbst diese Stauung zu leisten, die also dem Eise zufiel. Solche Stellen sind in der Karte durch eine die Eisrandsignatur begleitende blaue Punktreihe besonders bezeichnet.

In diesen Eissee brachten die starken Gewässer der damaligen Zeit gewaltige Massen von Sinkstoffen. Sie schütteten den See mit fluvioglazialen Sedimenten allmählich fast völlig zu. Wie dies geschah, konnte durch Probelöcher und Bohrungen für die Anlage eines größeren künstlichen Stausees bei Primisweiler etwas näher erkundet werden. Die dort aufgedeckten Verhältnisse sind typisch für Vorgänge dieser Art.

Man muß bei der Auffüllung solcher Becken durch ein schuttführendes Gewässer zwischen zwei Prozessen unterscheiden. An der Stelle, wo es in das ruhige Wasser einmündet, erlischt fast momentan die Kraft der Strömung. Alles gröbere Material, das sie suspendiert erhielt, fällt zu Boden. Es bildet sich eine gleichmäßig etwa zur Stauhöhe des Wassers reichende Aufschüttung aus schräg geneigten Schichten, von denen in stets wechselnder Korngröße sich immer eine Lage vor die andere baut: Deltaschichtung. Die Abbildungen 8 und 12 zeigen uns Beispiele dieser in unserem Gebiet sehr verbreiteten Aufschüttungsform. Nur oben auf die fertig aufgeschichtete Terrasse lagern die später

darüberhin strömenden Gewässer oft noch in beschränkter Mächtigkeit weiteres grobes Material in undeutlicher Horizontalschichtung ab: Stromschichtung. Flache Geschiebe sind hier gelegentlich schräg vor der Stromrichtung des Gewässers aufgerichtet, in der günstigsten Ruhelage, die sie bei den andauernden Stößen der Strömung einnehmen können.

In manchen tiefreichenden Aufschlüssen der Deltaschüttungen zeigt sich nun noch ein Drittes. Man sieht an der Basis der groben Kiesmasse mit ihrer charakteristischen Schrägstruktur horizontale, viel dünnere Lagen aus oft ganz feinem Sand. Im günstigsten Falle kann man beobachten, wie jede schiefe und grobe Lage der Deltaschichten in eine dünne, feinkörnige der Unterlage übergeht. Man nennt diese Unterlage Deltafuß. Es sind natürlich die mit den entsprechenden Deltaschichten gleichaltrigen Ablagerungen der feineren Flußtrübe, die nicht sofort ausfällt, zum Teil sich sogar durch das ganze Becken verbreitet. Der sandige Anteil fällt immerhin bald zu Boden und bildet den eigentlichen Deltafuß. Der tonige bleibt lange schwebend. Ihm danken die glazialen Gewässer ihre milchige Färbung. Endlich sinkt auch er zu Boden, den er mit papierdünnen Lagen eines feinen Tonmergels bekleidet. Diese schwerdurchlässige Basaltschicht findet sich überall auf dem Boden der Staubecken, wo sie nicht nachträglich abgeglitten ist oder durch die Strömung bei vordringender Zuschüttung wieder beseitigt wurde. Beim Fortschreiten der Deltaschüttung wird sie dann unter dieser begraben. Diese feinkörnigen Sedimente bilden einen um so mächtigeren Anteil der ganzen Aufschüttungen auf Kosten der Deltaschichten, je später sie von dem Fortschreiten dieser erreicht werden. Wird ein Staubecken nicht ganz gefüllt, so zeigt der Rest teils nur den feinsten Beckenton, teils feineren bis selbst gröberen Sand, je nachdem gelegentlich noch einige Strömung bis zu der Stelle reichte. Alle die feinkörnigen Ablagerungen reichen aber nicht bis zur Stauhöhe des Beckens hinauf. Sie sind nicht oben terrassenartig eingeebnet, sondern schmiegen sich mehr dem Relief der Bodenfläche des Beckens an. Nicht immer sind sie übrigens völlig frei von grobem Material. Es kann schwimmend, in treibendes Eis verbacken (Eisdrift) dann und wann in sie gelangen. Diese Drift-Einlagerungen sind teils fluvioglaziale Gerölle, wenn sie vom Grundeis aus dem Strom der Schmelzwasser, teils glazialer Moränenschutt mit gekritzten Geschieben, wenn sie durch kalbende Bruchstücke des Gletscherrandes herbeigeführt wurden.

Seitenbecken, die niemals von der Strömung der Schmelzwässer erreicht und durchmessen wurden, lagern nur feinste Sedimente ab. Hier vor allem findet sich also Beckenton auch an der Tagesoberfläche, gelegentlich ausgebeutet von Ziegeleien. Diese Beckentone, die technisch wertvoll sind und in der geologischen Spezialkarte einen nicht geringen Raum beanspruchen, sind in unserer Karte nicht berücksichtigt, um die Deutlichkeit des Gesamtbildes nicht zu gefährden.

Schließlich ist auch die Umrandung der Staubecken ganz charakteristisch. Sie besitzen nur gelegentlich Steilufer, da wo bei ihrer Ausfüllung die Strömung einmal längere Zeit eine Uferböschung traf. Meist stößt die horizontale Oberfläche der neuen Aufschüttung an die unversehrten, sanftgewölbten Formen des Geländes, das sie vorfand.

Die Ablagerungen des Staubeckens der Argen um Wangen und Primisweiler entsprechen nun diesen Gesetzmäßigkeiten der Staubeckenausfüllungen durchaus. Nur sind bei der Spärlichkeit von Aufschlüssen nicht für alle besprochenen Einzelheiten auch Beispiele zu sehen. Die Ausdehnung des Beckens ist nach der fast überall horizontalen Oberfläche seiner Schüttung, dazu auch nach dem sandig-kiesigen Charakter des Bodens aufs beste zu bestimmen. Die Schüttung beginnt schon weit außerhalb der Oberamtsgrenze, jenseits Wangen. Sie zieht als eine weite Kiesplatte (III[a]) vom Tal der Wangener zu dem der Isnyer Argen hinüber. An der Aufschüttung sind also beide Flüsse beteiligt. Kiesgruben zeigen mehrfach den groben Charakter der Aufschüttungen und ihre wenigstens stellenweis, so nördlich vom Bahnhof Wangen, nicht gerade bedeutende Mächtigkeit. Geht man von diesen Kiesgruben der Eisenbahn südwestlich, so fällt, in der Umgebung des Hofes Sattel, die Oberfläche der Terrasse plötzlich zu einer zweiten Kiesebene (III[b]) ab. Mit der späteren Talerosion hat diese Stufe, wie es zuerst scheinen könnte, nichts zu tun. Vielmehr liegen alle ferneren, vollständig aufgefüllten Terrassenstücke des großen Beckens bis Pflegelberg und Haslach in dem neuen, gegen die Kiesplatte bei Wangen wesentlich vertieften Niveau. Das Stauniveau der Gewässer hat also in einem frühen Stadium der Aufschüttung des ganzen Beckens eine plötzliche, etwa 10 m betragende Absenkung erlitten. Der Gletschersaum berührte damals wohl anfangs (Eisrandlinie III[a]) noch das Hügelland nördlich Niederwangen, sodaß die Gewässer beider Argen unterhalb Wangen vereint das nördlichere Tal der Isnyer Argen

zu benutzen gezwungen waren. Jedenfalls ist auch aus ihrem Tale heraus von Geiselharz her eine erhebliche Aufschüttung in dem alten, höheren Niveau bis Schattbuch und Schloß Schomburg vorgebaut, erstreckt sich hier also schon in das Gebiet des Oberamtes hinein. In unserer Karte sind die beiden Stauhöhen, deren Eisrandlagen durch die Buchstaben a und b bezeichnet sind, auch durch verschiedene Staubeckensignaturen auseinandergehalten.

Die Ausdehnung des Stausees in seinem endgültigen, tieferen Niveau war sehr bedeutend. Der Eisrand lag links der Argen von Wangen an auf den Hügeln, die auch heute dort das Tal begrenzen. Dieser Hügelrand überragt nicht überall die Terrassenschüttung des Stausees. Er hatte hier mehrere der oben erwähnten Lücken, in denen das Eis selbst den Bord der Gewässer bildete, sodaß man jetzt von der Kiesterrasse in das ehemalige Bett des Gletschers hinabsieht (blaue Punktlinie der Karte). An anderen Stellen bezeichnen aber echte Moränenhügel den Eisrand, Seitenmoränen nach seinem Verlauf. Sie heben sich dort von den wohlentwickelten, rundlich gewölbten Drumlin durch schärfere Form und steinigen Charakter ab. Auch einige Reste der Terrassenschüttung des Stausees sind an dieser Seite von der späteren Talbildung verschont geblieben. Eine Stelle, ein Abschnittsprofil am Nordhange des Schindbüchel südwestlich Wangen, zeigt sehr hübsch die ohne Erosion eingetretene Umschüttung dieses Hügels durch den Kies der Terrasse. Unversehrt umschüttet sind dann im ganzen Gebiet des Sees eine Menge von Drumlinhügeln, die zum Teil nur mit der Spitze noch aus der Ebene der fluvioglazialen Sedimente hervorsehen. Vor allem die Gegend südöstlich von Primisweiler zeigt sehr schön alle Grade dieser Drumlinumschüttung. Das Becken des Sees war ja nur eine Depression in der sonst normal entwickelten Drumlinlandschaft des großen Riedels zwischen den Zweigbecken der Leiblach und Schussen.

Von der gesetzmäßigen Folge der Aufschüttung haben, wie schon erwähnt, die Probearbeiten bei Primisweiler ein Bild gegeben. Vor allem zeigten sie vielfach ganz unten eine Auskleidung des Seebeckens mit besonders feinkörnigem, tonigem Material, unter dem dann der aus Grundmoräne bestehende Boden des Stausees erbohrt wurde. Höher folgten feinerer und gröberer Sand und schließlich Kies. Wenn auch bei den Bohrungen die Form der Ablagerung nicht festzustellen war, muß man in diesen höheren Schichten zum Teil Deltaschichten vermuten, zum Teil entstammten sie wohl als Stromschichten späteren Überflutungen.

Die auf der Kiesplatte bei Primisweiler verteilten drei Seen erscheinen ganz deutlich als Lücken der Ausfüllung des ganzen Beckens. Sie liegen weit westlich und südlich, in den einspringenden Winkel hineingeschoben, den der nach Haslach zu kurz aufbiegende Eisrand dort bildete. Das zeigt uns, daß die Materialzufuhr vom Eisrande her viel geringfügiger war als von Osten her aus dem Flußgebiet der beiden Argen. Diese repräsentierten ja hier für einen nicht unbedeutenden Teil des Gebirgsrandes mit damals wohl noch sehr reichlichen Niederschlägen die Sammelader aller Gewässer. Durch unser Gebiet mußten sie sich dann als Eisrandstrom um den Gletscher herum den Weg nach dem tieferen Westgebiet zum Rheine suchen.

Sie fanden diesen Weg aus dem mächtigen, über Haslach noch fast (meist unausgefüllt) bis Amtzell nach Norden reichenden Becken durch das Drumlingebiet schon zur Zeit der höheren Stauung, von der oben die Rede war, durch ein schon im topographischen Kartenbilde sehr auffallendes, bogenförmiges Tal, das nordwestlich von Haslach seinen Anfang nimmt und zunächst über Ebersberg und Zannau zieht. Es ist ein echtes Eisrandtal. Sein Verlauf bezeichnet den bogenförmigen Rand eines Lappens des Gletschers in der die erste höhere Stauung veranlassenden Stillstandslage. Terrassenstücke, diesem ältesten Talniveau entsprechend, markieren gelegentlich in ihm die höhere Stauung. Viel verbreiteter ist in ihm aber ein tieferer Talboden, der dem abgesenkten Niveau des Stausees entspricht. Denn auch später, im zweiten Staustadium mußten die Randgewässer diese Rinne benutzen, die sie durch Erosion vertieften. Nur tritt dieser erosive Charakter an dem Randtal nicht besonders stark hervor. Auch später wurde es nicht weiter ausgetieft, denn es kam bald außer Kurs, wie so viele alte Eisrandtäler. Seit langem entwässert es von einer vermoorten Talwasserscheide östlich vom Mahlweiher nach beiden Seiten in unbedeutenden Rinnsalen.

Durch Endmoränenbildungen ist die Stillstandslage des Eisrandes hier an mehr als einer Stelle bezeichnet. Charakteristisch ist ein schöner, Reste einer Ruine tragender Tumulus bei Ebersberg. Er liegt in einer längeren Kette ähnlicher Bildungen, die dem Eisrande folgen. Solche deutlichen Züge von Endmoränen sind im Drumlingebiet Ausnahmen, selbst auf bedeutenderen Stillstandslagen. Endmoränen sind dort überhaupt nicht nur spärlich entwickelt, sondern auch unregelmäßig verteilt und treten gegen die stattlichen Wölbungen der Drumlin gewöhnlich zurück.

Die fernere Entwickelung unseres Randgewässers zeigt wieder einen neuen, interessanten Typus solcher Bildungen. Das schmale Eisrandtal weitet und öffnet sich bei Krumbach und Vorderreute. Es mündet wieder in einen ziemlich ausgedehnten Stausee, aber ganz besonderer Art. Vor dem Eintritt des Randstromes füllt ihn zwar in normaler Weise bis zum jenseitigen Ufer bei Wiedenbach eine horizontale Sandplatte, mit Kieslagen in der Hauptrichtung des Zustromes. Sie reicht ein Stück weit nach Norden in voller Höhe. Prestenberg, Straß und Gesnauwiesen liegen auf ihr. Sie ist auch, entsprechend den beiden einander folgenden Stauniveaus, von denen die Rede war, in zwei deutlich und stellenweis sehr scharf geschiedene Stufen gegliedert. Aber wie ihr Korn bald ziemlich fein wird, so ist ihre Ausdehnung nicht groß. Das grobe, schnell füllende Material hatte der Randstrom ja vor allem im Becken von Wangen und Primisweiler abgesetzt. So endet die volle Höhe auch der tieferen Schüttung — 515 m — schon bei Obersulgen und Allisreute. Ein recht bedeutender Anteil des Beckens im Norden blieb unausgefüllt und enthält jetzt nur Moore in viel tieferem, durch spätere Talbildung bestimmtem Niveau. In der Karte ist das unausgefüllte Nordende des Beckens durch Umrandung in der Farbe der Terrasse besonders hervorgehoben.

Ganz anders und sehr auffallend ist der Abfall der Aufschüttungen um Prestenberg nach Süden. Fast in der ganzen Breite des Staubeckens behindert hier freilich das ausgedehnte Arlenholz die Aussicht. Aber bei Mehrenberg ist eine Lücke, durch die man überrascht hineinsieht in eine weit nach Süden über Eisenbach und Tannau fast bis zur Argen sich dehnende Talwanne, die schon in nächster Nähe gegen 40 m tiefer liegt als der Rand der Sandterrasse, der gegen sie in gerader Front abstößt. Auf den ersten Blick ist klar, daß es sich nicht auch hier, wie im Norden, um ein normales Verlaufen der Schüttungen in ein Wasserbecken handeln kann. Hier lag wieder der Eisrand und staute die Randgewässer und ihre Verschüttung (s. d. Karte), ein ausgezeichnetes Beispiel der eigentlichen Eisseebildung, von der oben schon die Rede war.

Doch verlassen wir einstweilen dieses merkwürdige Talbecken, um zunächst die Gewässer unseres Eisrandes wenigstens bis über die Grenze des Oberamtes hinaus zu begleiten. Nach dem Beispiel des größeren, östlichen Stausees können wir auch hier erwarten, daß sich das Wasser entlang dem Eisrande durchdrängt,

denn in dieser Gegend steigt der Boden des alten Gletschers noch fast überall entschieden nach außen an. Aber die Verhältnisse liegen doch hier nicht so klar, mit einem sauber eingeschnittenen und wohlerhaltenen Eisrandtal, wie westlich Haslach. Spätere Talbildung durch die von der Wasserscheide beim Mahlweiher her sich allmählich stärker entwickelnde Schwarzach hat einen großen Teil des alten Talbodens wieder zerstört. Aber doch sind allenthalben sandige und kiesige Abflachungen des Gelände's von allmählich abnehmender Höhe als Reste der alten Talaue zu verfolgen. Nur führen diese Spuren nicht weiter nach Westen. Denn dort verlegt, von Süden kommend, eine noch heute lückenlose Schwelle der Drumlinlandschaft den Weg, vor allem zunächst das Siggenweiler Holz. Mehrfach sehen wir auf der Höhe der Schwelle nicht die sanften Wölbungen der Drumlinlandschaft, sondern die schärferen Formen der Randmoränen. Sie ziehen nach Norden, denn wir stehen am Rande des breiten Zweigbeckens des Schussentales, dessen Seitenmoränen sie darstellen.

Damit ist auch der Weg unseres Randstromes bezeichnet. Notgedrungen biegt auch er nach Norden aus. Sein westliches Ufer bildet bis über Liebenau hinaus jene Schwelle, darüberhinaus wieder das Eis, auf eine lange Strecke; denn das Ende dieses Zweiges des Gletschers lag damals erst weit jenseits Ravensburg. Wir folgen dem Randgewässer nicht bis dorthin. Aber wir erkennen doch deutlich seinen Verlauf zwischen Eisrand und Talufer. Zunächst finden wir sogar Kiesschüttungen, denn mehrere Rinnen lieferten vom höheren Plateau im Nordosten wieder Schutt in Fülle. Beide Niveaus des Randstroms sind deutlich vertreten; tiefere Stufen kommen dazu, die weiter oben fehlen. Wo dann die Aufschüttungen aufhören, markieren doch Abflachungen des Gehänges das Tal, so östlich von Oberhofen und Tortenweiler. Am letzteren Punkte, schon weit außerhalb des Oberamtes, liegt diese Abflachung noch bei 485 m Höhe, entsprechend einem Talgefälle von gegen 4 ‰, wie es solche gleichmäßig absteigende Talböden der Glazialzeit häufig zeigen.

So hat uns das Verfolgen dieser ersten Stillstandslage des Eises mit ihren mannigfaltigen Randbildungen in unserem Gebiet an den verschiedensten Stellen vor Augen geführt, wie die heutige Form von Berg und Tal im großen und im kleinen völlig beherrscht wird von den letzten glazialen Vorgängen, die sich beim Abschmelzen des Rheingletschers hier abspielten. Alle diese Züge

stehen in überwiegender Mehrzahl mit einer Schärfe und Deutlichkeit vor uns, als ob sie gestern erst vom Eise freigegeben wären.

Ganz fehlen natürlich spätere Änderungen nicht. Überall stoßen wir gelegentlich einmal auf besondere Züge in der Landschaft, die später entstanden durch Zerstörung des damals gewordenen, eine Zerstörung, die in jeder neu vom Eise freigegebenen Zone des großen Gletscherbeckens alsbald ihr Werk begann. Denn diese Zerstörung war zum großen Teil noch das Werk des Gletschers oder wenigstens seiner Schmelzwasser bei dem nun folgenden weiteren Rückzuge.

Dieser Rückzug entblößte zunächst beträchtliche Teile der Drumlinlandschaft des Riedelplateaus zwischen Pflegelberg und Tettnang, sowie anderseits südlich der Wangener Argen, indem auch dort der Eisrand zurückwich. Die Formen der Drumlin, die dabei zutage treten, sind nicht überall dieselben. Wir zählen nur die selbständigen, meist ganz isolierten Hügel als eigentliche Drumlin (horizontale braune Reißung des Kärtchens), deren Hauptaxe der jeweiligen Stromrichtung des Eises folgt, daher in engerer Nachbarschaft dieselbe Richtung hat sowie auf dem allgemeinen Eisrande etwa senkrecht steht. Dann fällt uns immer noch auf, daß ihr Verhältnis der Länge zur Breite und Höhe ziemlich schwankend ist. Die überwiegende Mehrzahl ist, wie auch das Kärtchen erkennen läßt, kaum doppelt so lang wie breit. Dabei liegt die Höhe über den sie wie ein Netz umspinnenden, meist moorerfüllten Talflächen etwa zwischen 30 und 50 m. So sind sie z. B. in dem an typischen Drumlinrücken besonders reichen Gebiet zwischen Lindau und Wangen, aus dem unsere Abbildung 5 genommen ist. Je mehr wir aber von dort nach Südosten in das Zweigbecken der Leiblach kommen, um so länglicher und niedriger werden die Drumlin. Der gleiche Gegensatz besteht zwischen dem westlichen Hügelgelände und dem Zweigbecken der Schussen, vor allem nördlich von Friedrichshafen. Auch hier werden in der Talmulde die Drumlin lang, schmal und niedrig, auf dem Plateau — es ist auch ein Stück eines „Riedels" — besitzen sie normale Form und größere Höhe. Anderseits nimmt, vor allem im östlichen Hügelgelände, nach Süden, gegen den See hin, die Höhe und gedrungene Form der Drumlin noch zu, wenn auch im Extrem erst vor den Toren von Lindau. Ich erinnere nur an den jedem Besucher der paradiesisch schönen Landschaft bekannten, aussichtsreichen Hoyerberg, dann den Rengolsberg und

andere stattliche Kuppen weiter binnenwärts. Was die Zweigbecken betrifft, in denen der Gletscher weniger behindert, daher schneller und mit weniger Oberflächengefälle hinströmte, so liegt es nahe, dort die langgezogene Form der Drumlin mit der größeren Flottheit der Eisbewegung in Zusammenhang zu bringen.

Auf den Riedeln war, vor allem nahe dem See, ein stärkerer Anstieg zu überwinden. Daher wirkte der Eisdruck dort viel stärker und unter anderem Winkel auf den Untergrund, die Form der Drumlin wurde kürzer und höher, besonders in der Randzone nächst dem Bodenseebecken, wo der Anstieg am steilsten war. Durch diese Hindernisse wurde auf den Riedeln die Stromgeschwindigkeit des Eises zweifellos verringert, und dieser verlangsamten Bewegung entspricht dann infolge des länger wirkenden Abschmelzens ein stärkeres Gefälle der Oberfläche des Gletschers.

Die immer wieder aufgeworfene Frage, wie man sich im besonderen den Mechanismus der Drumlinformung vorstellen soll, ist in verschiedener Weise beantwortet worden. Nach der herrschenden Meinung, die mit den Tatsachen recht gut in Einklang steht, entstanden sie unter dem strömenden Eise, wie auch die bekannten Rundhöcker (roches moutonnées) aus festem Gestein, die zwar viel kleiner sind, aber ganz ähnliche Form haben, wie die Drumlinhügel. Drumlin entstanden übrigens nur in wenigen Gebieten der weiten Glaziallandschaften, wie es scheint, nur auf einer Unterlage, deren Gefälle dem Strom des Gletschereises entgegengerichtet war.

Doch kehren wir zu unserem Eisrande zurück. Von der wichtigen, oben geschilderten Stillstandslage zog er sich allmählich über das Drumlinplateau des Riedels zurück, auch jetzt gelegentlich kleinere Endmoränenbildungen erzeugend. Sie stehen zum Teil ganz selbständig in den Zwischenräumen der Drumlin, wie der wohlgeformte Tumulus von Flockenbach nahe südlich vom letztbesprochenen Stauseegebiet, den unsere Abbildung 6 darstellt. Andere lehnen sich, gewöhnlich durch ziemlich steinige Oberfläche gekennzeichnet, an die Drumlin an, treten an deren Wölbungen topographisch nur als Unregelmäßigkeiten mehr oder weniger hervor, die aber doch in den Höhenlinien trefflich zum Ausdruck kommen. Die Eisrandgewässer behielten einstweilen die alte Abflußrinne und die Stauhöhe des Beckens von Primisweiler bei. Das beweisen die auf dem freigewordenen Gelände entstandenen Beckentonbildungen von Gunzenweiler und Vorderessach, südwestlich von Haslach.

Ein völliger Umschwung trat indes ein, als eine unter dem Eis verborgene Depression der Drumlinlandschaft frei wurde, die den gestauten Gewässern einen kürzeren Weg nach Westen zum Rhein eröffnete, in der Richtung des jetzigen Argentales. Dort brachen die Gewässer des Eisrandsees durch. Die Wirkung war ganz außerordentlich und veränderte in kurzer Zeit das Bild unserer Landschaft von Grund aus.

Die Gewässer, die jetzt also das alte Bett über Zannau und Prestenberg verließen, hatten zunächst bis etwa Steinenbach freies Spiel. Sie erodierten dort von vornherein mit großer Gewalt und schnitten schon die erste Etappe dieses Abschnittes des Argentales ganz in der engen schluchtähnlichen Form ein, die es jetzt, mehr als 30 m tiefer, besonders ausgeprägt zur Schau trägt (Abbildung 3). Weiter unten aber stießen sie auf das elementare Hindernis, dem sie niemals gewachsen waren, den Eisrand (Eisrand IV[a] des Deckblattes). Er lag dort auf der Linie Hiltensweiler-Rattenweiler-Gitzensteig. Weiter westlich bog er — über das jetzige Tal der Argen hinweg — nach Nordwesten und endlich nach Norden auf. Denn im Becken der Schussen reichte auch jetzt noch ein Zweig des Gletschers weit nach Norden und zwang die Eisrandgewässer zu einem mächtigen Umweg. Die nächste Folge war, daß sie sich in der Depression, in der sie von Pflegelberg herabkamen, nun stauen mußten, wenn auch mehr in der Form eines breiten, noch einiges Gefälle bewahrenden Stromes. Jedenfalls trat an Stelle der erodierenden Tätigkeit, die im oberen Abschnitt des Durchbruchtales waltete, weiter unten wieder Aufschüttung. Wir sehen, soweit die Fläche dieses höchsten Talbodens des Argentales erhalten ist, im kleinen ein ähnliches Bild, wie bei Primisweiler. Eingeebnete Kiesschüttungen (Stufe 4[a] der Karte) deren nicht geringe Mächtigkeit uns Aufschlüsse bei Rattenweiler zeigen, füllen die vor dem Eisrande freien Depressionen und umhüllen ziemlich hoch hinauf die Hügel der vorgefundenen Oberfläche, ohne Erosion. Die Ebnet südlich Rappertsweiler mit 492 m Höhe ist ein besonders stattlicher Rest dieser Aufschüttung am Gehänge des jetzigen Argentales; sie zeigt am später entstandenen Erosionssteilhange in dem in Abbildung 7 dargestellten Aufschluß auch die unregelmäßige Form der Unterfläche des Kieslagers. Andere Reste dieser Epoche sind bis unterhalb Laimnau in etwa 480 m Höhe auf beiden Seiten des Tales vorhanden. Dann folgen sie dem Eisrande nach Norden. Die Kiesterrasse zieht sich zwischen Krüntenbühl und Argenhardter Kapf in den Tettnanger

Wald hinein und bildet dann, in ihm sich weiter ausbreitend, die sandige Terrasse, auf der die Oberamtsstadt gelegen ist. Die ziemlich gleichmäßig sich auf 6 km Erstreckung in etwa 465 m haltende Höhe dieser Aufschüttung zeigt uns, daß wir hier wieder einen echten Stausee vor uns haben, dazu einen typischen Eissee, den im Westen nur der Gletscherzweig des Schussenbeckens begrenzte. Die in Abbildung 8 dargestellte Kiesgrube bei Manzenberg südlich Tettnang läßt die bedeutende Mächtigkeit der Aufschüttung und ihre regelmäßige, nach Norden, wie man ja erwarten muß, einfallende Deltaschichtung erkennen.

Alle diese Dinge sind so wohlausgebildet, so z. B. das tiefe Randbecken von Tettnang so restlos ausgefüllt, daß der Eisrand ziemlich lange in dieser Rückzugslage hat verharren müssen. Es ist daher besonders interessant, daß wir auch seinen ferneren Verlauf im Bereiche des Oberamtes mit großer Sicherheit verfolgen können.

Vorher wollen wir jedoch einen Blick auf die Rückwirkung der neuen Verhältnisse auf das Staubecken von Wangen mit seiner weitgedehnten Ausfüllung werfen. Die Absenkung der Erosionsbasis war hier von kräftiger Wirkung. Beide Quellflüsse schnitten sich rückwärtsschreitend breite Täler ein, weit über die Grenzen des hier beschriebenen Gebietes hinaus. In scharfen Rändern stehen als hohe Terrasse die erhaltenen Flächen des alten über dem endgültig in bestimmter Höhe sich ausbildenden neuen Talboden von hier allenthalben erosivem Charakter. Am Steilhang zwischen beiden kommt mit Quellen besetzt die schwerdurchlässige Unterlage der Aufschüttung des oberen Beckens zutage, trotzdem die Höhendifferenz der beiden talaufwärts stetig abnimmt (kaum 10 m bei Wangen). Die Kiesschüttung des neuen Talbodens besitzt Stromschichtung, grobes, steinreiches Korn und geringe Mächtigkeit, wie meistens in Tälern von eingeschnittenem Charakter.

Moränen dieser Etappe treten im östlichen Riedelgebiet, das der Eisrand über Doberatsweiler auf Schwatzen durchquerte, zunächst nicht sehr hervor. Erst in dem Zweigbecken der Leiblach sind sie wieder besser entwickelt, vor allem im Osten, gegen den Hang des Pfänderzuges, wie die Karte deutlich zeigt.

Folgen wir nun dem neuen Tale abwärts Tettnang. Nach wenigen Kilometern bekam das Eisrandgewässer auch auf der Seite des Gletschers wieder ein Ufer, Seitenmoränen, die östlich von Fünfehrlen beginnen. Das Tal zieht sich noch mehrere Kilometer, bis Liebenau, nach Norden, sogar mit östlicher Ab-

weichung. Dann aber biegt es über Sandgrub und Hegenberg entschieden nach Westen um. Wir stehen damit an dem genau bezeichneten Ende des Gletscherzweiges des Schussenbeckens in dieser Epoche. Es ist durch Moränenbildungen besser gekennzeichnet als durch den nur bis Hegenberg reichenden Talboden dieser Etappe. Dabei ist gewiß interessant, daß wenigstens östlich der Schussen die Grenze des Oberamtes hier einmal ziemlich genau sich den geologischen Leitlinien der Landschaft anpaßt. Sie hält sich an das im Bogen auf Gutenfurt zur Schussen heranlaufende Tal der Schwarzach (Grenzbach), die bei Eschach aus dem tiefen Einschnitt, von dem schon die Rede war, in den Zug unseres Randtales eintritt. Sie verband also hier nachträglich das höhere, aber unmittelbar benachbarte Eisrandtal der Prestenberger Terrasse mit dem von Tettnang. Jetzt freilich liegt ihr Spiegel dort tiefer. Das Ende der dem Tettnanger Talboden entsprechenden Aufschüttung bei Hegenberg liegt in 460 m Höhe. Der heutige Wiesengrund daneben hat nur 445 m und senkt sich rasch weiter bis zur Mündung der Schwarzach in die Schussen in 413 m. Aber dieses bogenförmige Tal bezeichnet trotzdem sehr deutlich, z. B. auf dem Atlasblatt Ravensburg der geologischen Karte in 1 : 50000, den alten Eisrand. Ja etwas weiter südlich zieht sich wie zur Bestätigung eine aus Grundmoräne bestehende Anschwellung über Ottmarsreute und Senglingen in ganz entsprechendem Bogen zur Schussen hinab. Seit langer Zeit faßt man diese Anschwellung als Endmoräne auf, die hier das ganze Zweigbecken der Schussen in der charakteristischen Bogenform durchquert und eine Stillstandslage des Gletschers in ihm bezeichnet. Vom anderen Ufer des Beckens kommt ihm ganz deutlich ein entsprechender Moränenwulst ein Stück weit entgegen, der von Waltenweiler über Bettenweiler sich auf den Weißenauer Wald zu hinabsenkt. Südlich von diesem Bogen, also um Meckenbeuren, lag die solide Masse des Eises. Nach Norden zu befand sich aber weithin das Gelände tief unter dem Stauniveau des verschütteten Talbodens von Hegenberg (gegen 460 m). Also staute sich auch dort wieder ein Eissee, bis weit über Ravensburg hinauf (in der Karte nur zum kleinsten Teil noch angedeutet), wenn auch dort im Norden seine Fläche stark eingeengt war. Bänderton kleidet daher noch heute dieses Becken vielfach aus als ein wenigstens zum Teil der Aufschüttung von Hegenberg gleichaltriges Sediment dieses Staugewässers. Wie um das Bild noch reicher und eindrucksvoller zu gestalten, umzieht auch außen abermals ein Wulst von Grundmoränenwölbungen das

Tal der Schwarzach, vielleicht als Andeutung einer etwas älteren Eisrandlage.

Auf der Westseite des Schussenbeckens hätte sich jetzt der Randstrom zwischen dem Eisrande und dem Drumlingebiet von Oberailingen und Berg durchdrängen müssen (s. den Verlauf des Eisrandes in der Karte). Er fand aber Gelegenheit, vielleicht zunächst wieder eine leichte, schon vorhandene Depression benutzend, direkt nach Westen zur größeren Vertiefung am Hange des Gehrenberges zu entweichen. Dieses Durchbruchtal, schon von der Kreuzhalde beim Weiherbauer an bezeichnet, wenn auch hier später rückläufig vertieft, hat bei Taldorf die Stauhöhe des Eissees, wie wir sie bei Hegenberg fanden (gegen 460 m), und zeigt dort auch die charakteristische vermoorte Talwasserscheide der peripheren Rinnen. Von dort windet es sich, diesem oder jenem besonders hohen oder auch im Kern besonders festen (s. später) Gliede der Drumlinlandschaft ausweichend, bald schmal, bald ausgeweitet bis nach Oberteuringen durch das Drumlingebiet. Die Abbildung 9 zeigt von etwas erhöhtem Standort, wie das Tal sich in seeartiger Breite, erst dem Hügelvorsprung von Wammeratswatt, dann einer höheren, bewaldeten Drumlingruppe seines Südufers ausweichend, auf Oberteuringen zu hinauswindet. Hier hat es die Senkung erreicht, die den Südfuß des breiten Kegels des Gehrenberges begleitet. Wieder öffnet es sich in einen Stausee, die letzte Etappe seiner Ausbildung, die wir in dieser Darstellung berücksichtigen wollen. Auch in ihm häufen sich, wenigstens soweit er noch zum Oberamt Tettnang gehört, die Sinkstoffe zu lückenloser Ebene auf (Täfernesch und Entengrabenesch bei Unterteuringen). Auch hier bringt ein seitlich, von Norden, herzukommendes Bachsystem (Rotach) diese Sinkstoffe in das Tal, dessen eigene Gewässer den großen Stausee im Schussenbecken ziemlich abgeklärt verließen. (Derselbe Bach breitete um Oberteuringen später noch neuen Schutt über die Talebene, staute so das Tal von Wammratswatt zu einem Moorbecken und störte dadurch etwas das ursprüngliche Bild.)

Auch der Eisrand läßt sich durch dieses ganze westliche Gebiet verfolgen, soweit es uns noch interessiert, hier zum Teil nur kenntlich an gleichmäßigen Abhängen, die seinen buchtig zerschnittenen Umriß bezeichnen, ohne von eigentlichen Moränen begleitet zu sein. In einer von solchen Hängen umgebenen Bucht, die einen Gletscherlappen dieses Stadiums umschloß, liegt Oberailingen, zwischen dem vorspringenden Sporn des Haldenberges bei Wolfenhof (479 m) und dem von Berg (472 m). Weiter im

Westen markiert sich der Eisrand in dem Drumlingebiet um Unterraderach nur gelegentlich. Noch weiter hin, schon ganz auf badischem Gebiet, dürfte er dann im Bogen über Lipbach auf Ittendorf (in Höhen von 430—440 m) verlaufen. Es sei nur beiläufig noch erwähnt, daß hier südlich Markdorf wieder das Eis selbst streckenweis das Randgewässer staute, das wir bei Unterteuringen verlassen haben.

Wir haben diesen Eisrand etwas weiter verfolgt, weil er Gelegenheit gibt, den Einfluß des Eisgefälles auf die Ausbreitung des Eises an einem Beispiel zu studieren. Der Eisstrom kam hier ziemlich genau aus Südwesten. Er besaß, noch fast im Stammbecken des Gletschers, volle Kraft und Geschwindigkeit. Demgemäß war sein Oberflächengefälle nicht groß und wird kaum 7 ‰ betragen haben. Messen wir nun die Wege je auf dem Radius der Strömung, so liegt die Moränenschwelle südlich Unterschach etwa 3 km, die westlich Lipbach etwa 6 km weiter draußen als der Sporn von Berg und der Haldenberg. Das Oberflächenniveau des Eiskörpers lag also im ersteren Falle etwa 20, im zweiten 40 m tiefer als dort. Die mitgeteilten Höhenzahlen des Eisrandes zeigen ganz entsprechende Unterschiede.

So hat uns auch diese zweite Stillstandslage im Gletscherrückzuge, die wir mit großer Deutlichkeit mitten durch unsere Gegend verfolgen konnten, wieder Gelegenheit gegeben, eine Menge Züge der Landschaft aus dem Wirken des Eises und seiner Schmelzwasser zu erklären.

Der weitere Rückzug des Gletschers vollzog sich unter ganz analogen Verhältnissen, nur gleicht sich der handartig zerlappte Umriß des ganzen Gletschers jetzt mit der Annäherung an den See wieder mehr aus. Als ein Wiederbeginnen dieser Rückzugsbewegungen läßt sich nachweisen, daß der Eisrand im Drumlingebiet südlich vom Argental von den dort in ostwestlicher Richtung verlaufenden Talrinnen noch die von Wielandsweiler, Unter- und Oberwolfertsweiler freigab, solange die Stauhöhe des Wassers noch die alte war. Der eigentliche Strom der Eisrandgewässer verharrte aber in seiner alten Bahn, sodaß das neue Becken durch ihn nicht ausgefüllt wurde. Nur lokale Schüttungen, zum Teil Übergangskegel am Gletscherrande, bauen sich in diese Gewässer hinein.

Später treten weitere Absenkungen der Stauhöhe ein und stehen in der Entwickelung der geologischen Verhältnisse im Vordergrunde.

Am besten lassen sich diese Vorgänge im Argental und an seiner Mündung verfolgen. Westlich von der Hochwacht, dem nördlichen Eckpfeiler am Ausgange des Tales, baut sich im Tettnanger Wald, reichlich 20 m tiefer als das Niveau der oberen Terrasse des Tales liegt, eine zweite vor. Auch sie läßt sich in kleineren und größeren Stücken aufwärts bis Pflegelberg und darüber hinaus in die Täler der Quellflüsse verfolgen. Sie zieht sich weiter oben mehr und mehr an die erste heran, ganz wie diese sich der Stauung von Wangen und Primisweiler im oberen Argengebiet allmählich annähernd.

Diese zweite Terrasse (IVb in der Karte) des Durchbruchtales der Argen ist bis zu dessen Mündung in das Schussenbecken durchaus eingeschnitten, erst in diesem selbst erhält sie Aufschüttungscharakter, denn erst dort erreicht sie neuerdings vom Eise freigegebene tiefere Becken. Sie ist auch südlich vom Talausgange bei Betznau und Gattnau am Rande des Drumlinplateaus in einigen gleichhohen Stücken vertreten, zum Zeichen, daß das Eis jetzt bis zu letztgenannter Ortschaft zurückgegangen war. Dieser Rand des Gletschers (Eisrand IVb) ist auch im Drumlingebiet südöstlich Gattnau außergewöhnlich gut durch Moränen bezeichnet. Sie beginnen als den Drumlin aufgesetzte, schärfer geformte und steinige Kämme gleich bei Gattnau (Nunzenberg) und ziehen sich in einfacher, gelegentlich doppelter Reihe bis Taubenberg hinauf. Sie verlaufen auf dieser Strecke fast parallel der Richtung des jetzt sich dem Südrande der Drumlinlandschaft anpassenden Eisrandes, sind also Seitenmoränen mit deutlichem Gefälle. Auch diese Eisrandlage besitzt im Zweigbecken der Leiblach ein ziemlich stark entwickeltes Moränensystem, auf das wir hier wenigstens beiläufig hindeuten, und das auch auf der Karte zum großen Teil noch erscheint. Von großem Interesse muß uns aber wieder die Lage des Eisrandes dieser Etappe im Zweigbecken der Schussen sein. Hier fällt auf, daß sich die aufgeschütteten Terrassenstücke dieser Stauhöhe weder bei Gattnau noch bei Betznau, noch weiter nördlich in der ausgedehnteren Kiesplatte westlich der Hochwacht weit in den Innenraum des Beckens vorbauen. Dort lag also noch eine stattliche Eiszunge, die das ganze Staugewässer auch jetzt noch nordwärts ziemlich weit verdrängte. Die genaue Lage des Randes ist hier freilich kaum durch einige geringfügige Anschwellungen von Grundmoräne angedeutet, die sich inselartig aus den fluvioglazialen Sedimenten herausheben. Im westlichen Drumlingelände erzeugte auch dieser Eisrand zunächst keine Moränen.

Auch er legte sich den Hügeln an und ließ die Randgewässer wohl hier entweichen (denn das Randtal von Taldorf nach Oberteuringen liegt viel zu hoch, um jetzt noch in Betracht zu kommen). So ist er meistens andeutungsweise am Abhange der Drumlinlandschaft zu verfolgen, in vielfach gebogenem, dem schnellen Wechsel von Berg und Tal folgendem Verlauf. Weiter westlich, von Manzell an, ist sein Verlauf wieder einfacher und kilometerlang bei Spaltenstein durch Seitenmoränen bezeichnet. Er bildet schließlich um die Ziegelei Schlättle ein wohlgerundetes Zungenbecken mit rings angedeuteter Moränenschwelle, die westlich vom Grenzhof zum Seegestade heranläuft. Kiesschüttungen vor dem Eisrande dieser Gegend, auf die wir im übrigen schon nicht mehr eingehen wollen, liegen bei nur 415—420 m. Aus Gründen, auf die wir gleich zurückkommen, entsprechen sie dem Stauniveau eines damaligen Bodensees, oder wenigstens dessen westlichen schon eisfreien Drittels. Der oben besprochene, damalige Eissee im Schussenbecken mit seinen wesentlich höheren Terrassenschüttungen hatte also noch ein selbständiges, höheres Stauniveau, und die dortigen Terrassen können nicht, wie es wohl geschehen ist, mit einem höheren Stande des Bodensees erklärt werden.

Diese Sonderstauung im Schussenbecken hielt sich aber, nach der geringen Ausdehnung der Aufschüttung vor dem Argentale zu urteilen, nicht mehr lange. Bald wurden die Wege der Randgewässer soweit frei, daß tatsächlich ein Niveauausgleich des Schussenbeckens mit dem See eintrat und auch in jenem das Wasser auf die Höhe des damaligen Seespiegels zurücksank. Auch hier wollen wir von den sehr klaren Verhältnissen westlich der Mündung des Argentales ausgehen. Die letztbeschriebene Kiesstufe fällt dort mit steilem Rande um abermals etwa 20 m, und wieder breitet sich unter ihr eine neue, terrassenförmige Aufschüttung (IVc der Karte) aus. Sie entspricht nun wirklich dem Stauniveau des mehr und mehr an Fläche gewinnenden Bodensees jener Zeit, 415 m, anfangs vielleicht etwas mehr.

Zunächst folgt auch hier die Talbildung im Argensystem sofort der neuen Absenkung der Erosionsbasis. Eine neue Taletappe schneidet sich ein und läßt den Talboden der nächstälteren, wo sie ihn verschonte, als kiesbedeckte Stufe am Hange mit steilem Erosionsrande zurück. Solche Reste können wir im ganzen Talverlauf unterhalb und auch oberhalb Pflegelberg beobachten. Die Abb. 10 zeigt den wie mit dem Messer zugeschnittenen Rand dieser dritten Argenterrasse südöstlich von Laim-

nau. Auch diesmal nimmt die Höhendifferenz zwischen dieser und den benachbarten Terrassen talaufwärts stetig ab, so stark, daß sie im Tal der Wangener Argen noch im Bereich des Oberamtes schließlich sogar mit dem heutigen Talboden zu einem verfließt.

Die neue, sich rund 20 m über dem heutigen Bodensee haltende Wasserstauung herrschte allerdings, wie wir sehen werden, nicht so lange, bis der ganze Bodensee eisfrei wurde. Aber ihre Herrschaft währte doch lange genug, um für das Ufergelände, vor allem in unserer Gegend, große Bedeutung zu erlangen. Die Aufschüttungen der Epoche erreichen im Becken der Schussen eine enorme Ausdehnung. Es war auch jetzt vor allem die wasserreiche und bei ihrem starken Gefälle Massen von Sinkstoffen aller Korngrößen transportierende Argen, als deren Werk die kiesigen, bis zum Wasserspiegel lückenlos aufgeschütteten Terrassenebenen dieses Niveaus erscheinen. Bei dem augenscheinlich ziemlich schnell erfolgenden Rückzuge des Gletscherrandes konnte der Fluß jetzt unbeengt seine Sedimente als breiten Fächer um seinen Austritt aus dem Erosionstal ausbreiten. Und diese Ausbreitung geschah schon deshalb viel schneller als die der höheren Terrassen, als ja die Tiefe des auszufüllenden Beckens jetzt nur noch gering war. So erreichten die Aufschüttungen von 415 m Höhe im Tettnanger Walde, unter dem Rande der höheren Terrasse, eine Ausdehnung von mehr als 4 qkm. Dazu kommt, ganz abgesehen von dem später wieder zerstörten Stück um Oberdorf, die weite Terrassenfläche von Betznau und Hemigkofen. Hier ist in der großen Kiesgrube am Bahnhof Hemigkofen die Deltaschichtung der Kiesmasse trefflich zu beobachten; oben bilden Stromschichten in wechselnder Mächtigkeit den Abschluß.

Noch ausgedehnter, dazu infolge des Eisrückganges in beständigem Wachsen begriffen, sind die von der Einmündung der Argen weiter entfernten Räume des Beckens, in die nur der feinere Sand und schließlich die feinste, tonartige Trübe gelangten. Nirgends wird hier das Stauniveau der Gewässer erreicht. Aber doch ist die Mächtigkeit der für Ziegelfabrikation hervorragend geeigneten feinen Sedimente keine geringe. Je näher dem Eisrande, um so häufiger finden sich in ihnen, allerdings zum Leidwesen des Zieglers, Nester von Sand und Kies mit gekritzten Geschieben, hergeführt durch E i s d r i f t vom Rande des Gletschers, der ja hier jetzt nicht nur ganz im Wasser lag, sondern mit seinem freien Ende wohl sogar in ihm schwamm.

Die besonderen Verhältnisse an diesem Eisrande (IV e der

Karte als Mittellage) bilden wohl auch die Ursache, weshalb typische Moränen, selbst von der bescheidenen Art, wie wir sie weiter nördlich im Schussenbecken noch antrafen, jetzt hier fehlen. Es sind aber andere Bildungen in der Umgebung von Eriskirch (nordöstlich von Mariabrunn) entwickelt, die nur dem Eisrande entstammen können und sie hier zu ersetzen scheinen. Es sind aus dem Untergrunde auftauchende, rings von normaler Terrassenschüttung umgebene, niedrige Wälle und flache Hügel von nur schwach lehmigem Sand mit Geröllen und Geschieben, unregelmäßig im Gelände verteilt, aber immerhin so, daß man sie mit einer letzten, bei Eriskirch in das Schussenbecken hineinragenden Zunge des Gletschers in Beziehung setzen darf. Lag der Rand dieser Gletscherzunge, wie angenommen werden muß, in Wasser, ohne dem Boden fest aufzuliegen, so mußte sein Schuttmaterial beim Abschmelzen in Wasser ausfallen. Dann konnte das tonige Material in der Hauptsache suspendiert bleiben und bei Stillstand des Eisrandes sehr wohl ein solches mageres, lehmigsandiges Haufwerk mit Spuren von Schichtung entstehen, wie es diese Wallbildungen zeigen. Man kann diese Sonderart der Moränenbildungen als Tauchmoräne bezeichnen[1]).

Vom Eisrande während der 415 m-Stauung haben wir dann noch weitere interessante Spuren. Sie sind allerdings nicht alle gleich alt, stellen nicht Erzeugnisse einer und derselben Eisrandlage dar.

Im westlichen Gebiet bei Friedrichshafen deutet auf dieses Stadium zunächst vielleicht das Niveau der Kiesaufschüttung der Rotach bei Ittenhausen und Bunkhofen. Weiterhin wieder nur ein steilerer Hang südöstlich Waggershausen, der sich bis zum Seeesch im neuen Nordwestviertel der Stadt vorschiebt und dem sich dort Kiesschüttungen in der Höhe der damaligen Stauung vorlagern.

Sehr deutlich nachzuweisen ist demgegenüber die Berührung des Eisrandes mit der Kiesterrasse auf der Ostseite

---

1) Eine Tauchmoränenbildung des in Wasser abschmelzenden Eisrandes ist dann wohl auch die ganz auffallend sandige Oberschicht der Grund- und Endmoränenlandschaft im und am Grozholz, 2 km östlich Betznau, südlich von Tettnang. Hier lag das Eis in einer Depression der Drumlinlandschaft, ebenfalls zuletzt in Wasser, in dem der Schuttgehalt (die Innenmoräne) so ausfiel, daß die Hauptmenge des feinen Materiales weggeführt wurde. Die oberste Schicht in dem in Abb. 11 vorgeführten Moränenaufschlusse in dem genannten Gebiet besitzt diesen sandig-lockeren Habitus.

des Schussenbeckens in der schon erwähnten Kiesgrube bei Hemigkofen. Hier lagert sich im Westteil des Aufschlusses auf die hohe, nach dem See zu fallende Deltaschüttung eine fernere Kiesdecke mit schräger Schichtung, die vom See her fällt, also nur von dort her, d. h. durch dem Gletscher entströmendes Wasser erzeugt sein kann. Dem entspricht es ganz ausgezeichnet, daß an ebendieser Stelle auch eine wulstförmige, lehmige Decke den Rand der Kiesterrasse bedeckt, die strukturell mit dem oberflächlichen Verwitterungslehm des Kieses nicht zu verwechseln ist und ganz wie Geschiebelehm aussieht. Sie ist ganz einfach eine bei starker Vorwärtsoszillation des Eises erzeugte Auflagerung von Grundmoränenmaterial, die nach Lage und Entstehung den Endmoränenbildungen zugehört.

Da das Seegestade weiter südöstlich dem Gletscherstrome nahezu parallel war, stieg der Eisrand nach Lindau zu an und deckte daher, je weiter nach Osten, noch um so mehr vom Rande der Drumlinlandschaft. Er lief, während er den Rand der Kiesgrube berührte, noch über den Rettershofer Berg. Ein Seitenmoränenstück von 430 m Höhe bei Hege ist schon etwas jünger. Später gab das Eis dann Stück für Stück das damalige Gestade frei und die Schmelzwasser schütteten dort, solange der Raum zwischen Land und Gletscher noch schmal war, ihre Kies- und Sandlast bis zur Stauhöhe auf. So entstand sukzessive der auf keine andere Weise erklärbare breite Kiesrand in 415 m Höhe, mit dem sich die Terrasse von Hemigkofen ostwärts bis Hochsträß am Rande der Drumlinlandschaft fortsetzt.

Wir haben damit die Grenze unseres engeren Bezirkes bereits wieder überschritten, müssen aber doch diesmal noch ein Stück weiter nach Osten wandern, um noch ein letztes Stadium des Eisrückzuges kennen zu lernen, das für uns, wie wir sehen werden, wenigstens mittelbar Bedeutung hat.

Fast genau südlich der Stelle, wo bei Hochsträß die Randschüttung der 415 m-Terrasse plötzlich aufhört, stellt sich weiter südlich eine andere Kiesschüttung von nur 410 m Höhe (V auf der Karte) ein, an dem inselartigen Wulst von Grundmoränenmaterial, an dem auf der Seeseite Bad Schachen liegt. Ihre in einer Reihe von Aufschlüssen ausgezeichnet deutliche Deltaschüttung, die in Abb. 12 dargestellt ist, fällt vom See her, entstammt also dem Schmelzwasser des dort noch vorhandenen Gletschers. Also ist der Seespiegel vor dieser Phase des

Rückzuges um 5 m gefallen, aus Ursachen, die weit im Westen, in der Gegend von Konstanz zu suchen sind. Diese für die Geschichte des Gletscherrückzuges immerhin recht interessanten Moränenbildungen und Terrassen von Bad Schachen selbst sollen uns nun hier nicht weiter beschäftigen. Aber die in ihnen sich so deutlich beurkundende neue Stauhöhe des nun schon fast eisfreien Sees herrschte lange Zeit und ist auch in unserem besonderen Gebiet an mehr als einem Anzeichen zu erweisen. Die Absenkung der Erosionsbasis um 5 m wirkte sofort auf die Flüsse ein. Am besten reagiert der lebhafteste und wasserreichste von ihnen, die Argen. Ihr Bett vertieft sich ganz entsprechend, wenn auch dieser neue Einschnitt sich schon abwärts Pflegelberg völlig ausgleicht. Wir erhalten so einen vierten diluvialen Talboden im untersten Argenlauf. Er tritt natürlich häufig an den heutigen Flußlauf heran. Eine solche Stelle, die unsere Abb. 13 darstellt, etwa 1 1/2 km westsüdwestlich Laimnau, zeigt Grundmoräne unter einer kaum 3 m mächtigen Schotterschicht, das typische Profil eines Talbodens von erosivem Charakter. Diese Stufe zeigt dann wenigstens in einiger Ausdehnung auch die Schussen, und auch die kleine Rotach bei Friedrichshafen besitzt in dieser Stauhöhe und aus dieser Zeit eine ziemlich ausgedehnte Ausfüllung ihres Tales, abwärts von dem erwähnten Talstück, von Ittenhausen. Die Schüttung schiebt sich vor bis in den Riedlepark nördlich Friedrichshafen und bestätigt so die lange Dauer dieser Stauung. Für diese lange Dauer sind die deutlichen Strandlinien — breite, landeinwärts durch einen kliffartigen Steilrand begrenzte Stufen des Gestades — ein ferneres, im ganzen Bodenseegelände und mehrfach auch bei uns auffallendes Dokument.

Derartige Strandlinien sind in unserer Gegend dann auch die einzigen Spuren von Veränderungen, die zu den heute herrschenden Zuständen überleiten. Sie sind bei 405 und 400 m Höhe nachgewiesen. Der Seespiegel hat also 10 resp. 5 m über dem heutigen Mittelwasser noch einmal für längere Zeit Station gemacht. Es geht auch hier wieder über den Rahmen dieser Skizze hinaus, zu untersuchen, ob und wieweit die Absenkungsvorgänge des Seespiegels etwa mit klimatischen Etappen des weiteren Eisrückzuges zusammenhängen. Zur Zeit der Pfahlbausiedelungen am Gestade des Sees, von denen ja freilich selbst die ältesten in eine relativ junge Periode der prähistorischen Entwickelung fallen, stand der Seespiegel nicht höher als jetzt.

Wir haben damit diejenige Epoche der geologischen Geschichte unseres Gebietes vor unserem Auge vorübergehen lassen, die ihm fast ausschließlich die heutige Form und Gliederung seiner Oberfläche aufgeprägt hat. Das ganze System dieser glazialen Gliederung ist wie ein Gewebe zusammengesetzt aus Elementen zweier verschiedenen Richtungen. Die eine entstammt der Strömung des Eises, ist also in gewissem Sinne radial. Ihr gehören die Zweigbecken an, die den ganzen Eisfächer in die großen Sektoren der Riedel zergliedern. Im kleinen spricht sich die Strömung in der Richtung der Drumlin aus, die ja gerade für unsere Gegend so außerordentlich charakteristisch sind. Die zweite leitende Richtung im Bau der Landschaft ist im allgemeinen peripher. In ihr zeichnen sich, wie wir sahen, in mehrfacher Wiederholung mehr oder weniger deutlich die Lagen ab, in denen der Eisrand bei dem allmählichen Rückzuge des Gletschers längere Zeit verweilte. Die handförmige Gliederung, die der Umriß bei diesem Rückzuge lange Zeit zeigte, verzog dann vielfach das periphere System der Randbildungen zu schrägen Mittelrichtungen, ja führte es an den Flanken der großen Gletscherzweige geradezu in die radiale Richtung der reinen Seitenmoränen über. Andererseits blieb auch die Richtung der Drumlin nicht überall gleichmäßig radial im Sinne des ganzen Fächers. Sie wurde gelegentlich abgelenkt, so in dem Riedelabschnitt südlich der Argen. Dort änderte sich mit dem Dünnerwerden der Eismasse und dem Zurückweichen ihres Randes vom Plateau das Azimut der Bewegung und paßte sich mehr und mehr dem des Stammbeckens, also der Axenrichtung des Sees an. So sind wohl die eigenartigen keilförmigen oder selbst gabelig gestalteten Drumlinhügel östlich und südöstlich Betznau zu deuten (Ettenberg, Mühlenberg, Straußenhalde, Höhe 490,76 bei Gattnau), deren Achse erst SO—NW verlief und dann in OSO—WNW überlenkte.

Ältere Phasen der diluvialen Eiszeit.

Schon die Karten in 1 : 50 000, besonders das geologische Atlasblatt Tettnang, besser aber noch die entsprechenden Höhenkurvenkarten, zeigen bei aufmerksamer Betrachtung doch noch einen gewissen Rest von Geländeformen, die in das oben nocheinmal zusammengefaßte Schema nicht recht passen wollen. Gerade in der breitesten Masse des östlichen Riedelplateaus, nördlich und südlich vom Durchbruchtale der Argen, wo wir eine recht gleichmäßige Ausbildung der Drumlinhügel erwarten möchten, haben

wir Mühe, ihren Typus überhaupt wiederzuerkennen. Wohl herrscht auch hier ein ganz ähnliches Auf und Nieder, eine „bucklige Welt", wie sie bunter kaum die echte Drumlinlandschaft bietet. Aber die vorherrschende Richtung ist die periphere. Ziemlich lange ostwestliche Höhenzüge, reichlich von der Höhe der echten Drumlin der Nachbarschaft, zwischen ihnen Talzüge, breiter und gleichmäßiger als das unregelmäßige Netzwerk der Niederungen um die Drumlin, das ist das Bild dieser Gegend, wo es am meisten von der Drumlingliederung abweicht. Viele der Rücken lösen sich dann oben in eine Reihe von Kuppen auf, wie der ostwestlich gerichtete Zug in Abb. 14, der sich in dem ebenfalls ostwestlich gerichteten Kreuzweiher spiegelt. Ihm gehören die steileren, rechts im Bilde erscheinenden Kuppen an. Der links sich nach Norden ziehende Rücken läßt deutlich die sanfte Wölbung des echten Drumlin erkennen. Bei anderen geht die Zerteilung tiefer, mehr oder weniger selbständige, gerundete Kuppen stehen in Ostwestreihen nebeneinander, schließlich nehmen die Kuppen die elliptische Grundfläche und die Achsenrichtung der Drumlin an, verlieren den reihenartigen Zusammenhang und gehen so ganz unvermerkt in die normale Drumlinlandschaft über. Auf der Höhenkurvenkarte kommen alle diese Abstufungen mit größter Deutlichkeit zum Ausdruck.

Da, wo dieser Sondertypus der Landschaft besonders ausgeprägt ist, muß man unbedingt an Endmoränen denken, zumal vielfach Aufschlüsse in ihnen auch einen Reichtum an kiesigem, häufig gestört gelagertem Material bekunden, der ganz an Endmoränen erinnert. Aber es ist doch ein unverkennbarer Unterschied zwischen den Endmoränenbildungen, die wir in allen möglichen Stillstandslagen des Eisrandes durch unser ganzes Gebiet verfolgen konnten, die auch im eben in Rede stehenden Bezirk durchaus nicht fehlen, und diesen Gebilden. Sie sind stets massiger und gerundeter in der Form. Wenn ihr Inneres auch oft kiesig ist, so besteht doch ihre Oberfläche nach Art der echten Drumlin gewöhnlich aus Grundmoräne. Dazu ist der allmähliche Übergang in die Drumlinlandschaft sonst nicht Sache der Endmoränen, die wir kennen lernten.

Eine Deutung der merkwürdigen Zwitternatur der ostwestlichen Rücken an der Argen läßt sich aus dem oben (S. 23) über die Entstehung der Drumlin gesagten gewinnen. Der Gletscher fand in einer Grundmoränenlandschaft keine besondere Schwierigkeit, deren plastisches Geschiebemergelmaterial mit dem, was er

selbst noch hinzubrachte, rhythmisch gegliedert in Drumlin zu formen. Er fand aber Widerstand, wo er größere Kiesmassen antraf. Grober Kies, der ja auch für Bauten eine recht standfeste Unterlage abgibt, verhielt sich auch bei starkem Eisdruck recht wenig plastisch. Man findet in gepreßtem Kies sehr vielfach Geschiebe in Trümmern gedrückt, aber die Trümmer blieben in ihrer Lage und verheilten durch zirkulierende Minerallösungen wieder zu einem festen Stück (gequetschte Geschiebe). So stellten sich dem Vorrücken des Gletschers, der die Drumlin formierte, hier Kiesmassen entgegen, in Wallform von peripherer Richtung, eine ganze Gruppe von Rückzugsmoränen der vorhergegangenen Laufenschwankung. Den mächtigsten, kiesreichsten und daher widerstandsfähigsten von ihnen konnte er wenig anhaben. Er rundete ihre massiven Wälle oberflächlich zu und überkleidete sie mit einem Mantel von neuer Grundmoräne. Andere aber zerschnitt er mehr oder weniger tief, hatte dann leichteres Spiel mit ihnen, sodaß er, wo sie mehr in die Grundmoränenlandschaft verliefen, schließlich ganz drumlinähnliche Formen aus ihnen erzeugte, die nur noch in ihrem reihenweisen Zusammenhang an die ursprüngliche Moränennatur erinnern. Unter allen Umständen müssen wir aber in dieser alten, vom Gletscher wieder überströmten und entsprechend überarbeiteten Moränenlandschaft eine Ausnahmebildung in der Formentwicklung der Drumlinlandschaft erkennen[1]). Sie sind in der Karte so dargestellt, daß gleichzeitig ihre ursprüngliche Zugehörigkeit zu den Moränen hervortritt und ihre Annäherung an den Drumlincharakter, wo eine solche stattfindet. Beiläufig erwähnt, sieht man deutlich, daß es vor allem die Ostwestrichtung dieser alten Moränen und ihrer Zwischentäler war, die der Argen bei ihrem Durchbruch die Wege wies.

Als ein ähnliches Erbe aus dem Formenschatz der Vergangenheit erscheint dann noch das Tal des Bollenbaches um Tannau, in dem wir weiter nördlich die stattliche Eisrandterrasse von Prestenberg aufgeschüttet fanden. Es macht im ganzen nach Richtung und sonstiger Entwickelung, mit seinem schönen, moränenumkränzten Zungenbecken[2]) im Norden, durchaus den Eindruck eines Zweigbeckens, das neben dem bedeutenderen der Schussen hier bis an die Moränenlandschaft von Bodnegg und Waldburg nach Norden

---

1) A. Penck hatte seinerzeit die Entstehung der Drumlin aus solchen Rückzugsmoränen als die Regel hingestellt.

2) S. d. Karte.

vorstieß. Dazu stimmt aber nicht, daß es im Süden schon nördlich vom Tale der Argen ziemlich geschlossen ist. Noch weiter südlich lagern sich die eben besprochenen alten Moränenzüge in mehrfacher Wiederholung ganz ohne Andeutung einer Depression vor, und auch weiterhin bis zum See ist von einer Fortsetzung der Talsenkung nichts zu spüren. Als das Tal, was für die Ausbildung der bedeutenden Nord-Süd-Furche sicher anzunehmen ist, auch im Süden noch offen war, bestanden also diese Gebilde der Laufenschwankung noch nicht. Die Senkung kann also einen selbständig arbeitenden Gletscherzweig spätestens in früheren Stadien der Laufenschwankung beherbergt haben, ehe jene Rückzugsmoränen entstanden. Der spätere Gletscher des Achenvorstoßes füllte es natürlich mit seinen Eismassen, modellierte auch wohl seine Form in seiner Weise ein wenig um. Aber die große Wannenform um Tannau und Eisenbach mit dem bis Rosenharz vordringenden Zungenbecken mußte er bestehen lassen. Er teilte sie nur durch die Barrikade der Prestenberger Terrassenschüttung in zwei Teile.

Zu diesen Spuren der älteren geologischen Vorzeit, die im Bilde der Landschaft noch einen deutlichen Ausdruck finden, gesellen sich andere, die wir nur mit einiger Mühe als ältere Ablagerungen in den Erosionshängen der Täler nachweisen können.

Was zunächst den Vorgang dieser Erosion und Talbildung betrifft, so läßt die heutige Beschaffenheit der Gehänge keinen Zweifel. Sehr vielfach sind, wie die Abb. 15 klar hervortreten läßt, ihre oberen Ränder, mögen sie aus Grundmoräne oder einem anderen diluvialen Sediment bestehen, von außerordentlicher Schärfe, als wären sie erst vor kurzem, etwa durch Nachrutschen infolge unvorsichtiger Entwaldung, neu entstanden. Solches spätere Nachrutschen fand aber nur in Ausnahmefällen statt. Denn man findet am Fuße der Gehänge gewöhnlich, wie z. B. im dargestellten Falle, von solchem abgerutschtem Material nur geringe Spuren, die zum Teil noch auf lokale Ursachen, wie Quellenaustritte, zurückzuführen sind. Und doch ist der Sockel, auf dem der Abhang ruht, nur selten der heutige Talboden, auf dem die Argen bei großen Überschwemmungen vielleicht Gelegenheit gehabt hätte, etwa abgerutschtes immer wieder zu beseitigen. Meistens, wie auch im abgebildeten Falle, ist dieser Sockel eine in der Glazialzeit entstandene Terrasse, die bald nach ihrer Entstehung so hoch über dem Flusse zu stehen kam, daß sie niemals mehr von seinen Gewässern überströmt werden konnte.

In der langen seitdem verflossenen Zeit hat sich also allen klimatischen Einwirkungen zum Trotz ein so außerordentlich angreifbares Gebirge so gut wie unversehrt in dem Formzustande erhalten können, den im Diluvium die energisch anfassende talbildende Arbeit geschaffen hatte. Aber auch damals richtete diese ihre Angriffe gar nicht gegen den oberen Rand oder die Fläche der Gehänge, trotz des viel höheren Betrages der Niederschläge. Lediglich am Fuße wirkten in der Regel diese Kräfte. Dort untergrub der in seinem breiten Bette pendelnde, bald hier bald da gegen die Talwand prallende Fluß das durchfeuchtete Gebirge und veranlaßte einen Nachsturz nach dem anderen. Noch heute zeichnen sich die letzten von ihnen an manchen seither ruhenden Hängen als weite Halbtrichter ab. Die Hauptarbeit des Flusses bei der Talbildung bestand im Diluvium neben der allmählich geförderten, von den Wandlungen der Erosionsbasis abhängigen Vertiefung des Tales, vor allem im Aufbereiten und Wegschaffen der gewaltigen Massen, deren Nachstürzen er bewirkt hatte. Jedenfalls fiel auch in unserer Diluviallandschaft mit geringen Ausnahmen der Prozeß der eigentlichen Talbildung in die Glazialzeit.

Was wir heute von ähnlichen Vorgängen beobachten, ist nur ein schwaches Nachspiel. Immerhin geben uns die Stellen, wo noch jetzt der Fluß die Talwand selbst bespült, einen Begriff von seiner Tätigkeit in jenen Zeiten seiner größten Kraft. Es sind die Rutschen, ein sehr bezeichnender Zug im Bilde der tieferen Erosionstäler der Argen und auch ihrer Quellflüsse. Sie fallen mit dem fahlen Hellgrau ihrer vegetationslosen Steilhalden schon von weitem auf[1]). Die bedeutendsten erheben sich über Prallstellen des Flusses. An mehr als einer Stelle liegt dort ein Durchschnitt des Gebirges vom Wasserspiegel bis zum oberen Rande des Tales offen. Trotzdem ist nicht überall ein gutes Profil zu beobachten. Vielfach sind auf dem steilen Hange losgelöste Massen in Bewegung und verhüllen das Anstehende. Gebüsch und Rasendecke des oberen Randes, selbst ganze Bäume sieht man auf dem Wege zur Tiefe oder als ein Chaos am Fuße des Gehänges, wo der Fluß sich müht sie wegzuräumen. Steht die untere, meist senkrecht abfallende Fläche frei, so sieht man durch die Gewalt der Strömung der Hochfluten Löcher und Grotten in die Steilwand eingewühlt (Abb. 16), die neue Nachstürze vorbereiten.

Oberhalb Flunau bildet die Molasse vielfach den untersten Teil der Rutschen. Hier sehen wir mit Vorliebe senkrechte, nur

1) S. Abb. 3.

durch den oben (S. 9) beschriebenen Wechsel von Mergel und Sandstein gegliederte Abstürze, die einen trefflichen Einblick in den Schichtenaufbau gewähren.

Für die Kenntnis der Schichtenfolge im Diluvium sind die Rutschen, auch wo das Anstehende unverhüllt ist, nicht so fruchtbar, als man erwarten sollte. Sehr vielfach ist direkt vom Wasserspiegel an oder über einem Sockel von Molasse nur mächtige Grundmoräne zu sehen. Sie ist ihrer Entstehung nach gewöhnlich zweiteilig, unten die Grundmoränenmasse, die der in seiner Transportkraft abnehmende Gletscher in der Rückzugsbewegung der Laufenschwankung liegen ließ, oben noch überlagert durch die weniger bedeutende jüngste Decke, die der Achenvorstoß erzeugte. Die Grenze zwischen beiden ist nur stellenweise angedeutet durch geschichtetes Material ziemlich hoch in den Profilen, wie ja auch die fossilführenden Schichten dieses Interstadials[1]), in dem eine gewisse Rückkehr günstigeren Klimas anzunehmen ist, im Kaibacheinschnitt der Eisenbahn Wangen—Kißlegg nach der Beschreibung[2]) ziemlich hoch liegen. Hierher gehört auch eine kilometerweit verfolgbare Einlagerung von grauem Sand im Steilhange südwestlich von Gut Schomburg im Tale der Isnyer Argen. Ihre Überlagerung durch Grundmoräne wurde an dem meist bewachsenen Hange mehrfach festgestellt (M. Bräuhäuser).

Geologisch sehr wichtig und meist recht gut zu beobachten sind dann in unserem Bezirk zwei Aufschlüsse von geschichtetem Diluvium an der Basis der mächtigen Grundmoränenmasse, die man schon deshalb als interglazial (im weiteren Sinne) auffassen darf.

Der eine dieser Aufschlüsse ist die eine Schichtenmächtigkeit von über 60 m in einem einzigen, meist lückenlosen Profil enthüllende Rutsche am Kapellenbühl nahe Schloß Achberg, über der Prallstelle der in der Karte sehr auffallenden kurzen Argenschlinge am „Sack“. Leider ist die einsame, wildromantische Stelle wegen einer vorgelagerten waldbewachsenen Insel im Flusse nicht direckt zu photographieren. Das Bildchen 17 zeigt nur den oberen Teil des großen Aufschlusses. Als Sockel erhebt sich die Molasse, oben auffallend gleichmäßig horizontal eingeebnet, nur etwa 12 m über den Spiegel des über mächtige Blöcke schäumenden Flusses. Ober-

1) Hier immer im weitesten Sinne, das zwischen den verschieden alten Grundmoränen eingelagerte Gebirge.

2) O. Fraas. Glaziales. Neues Jahrbuch für Mineralogie &c. I, S. 268. 1880. — E. Fraas, Szenerie der Alpen. 1892. S. 305.

halb und unterhalb der Stelle steigt die Molasse an den Talhängen viel höher auf, bis 40 m und mehr über dem Wasser. Die Erosion hat hier ein verschüttetes, sozusagen fossiles Tal bloßgelegt, und in ihm haben sich ältere Aufschüttungen erhalten. In trockenen Zeiten kann man das Profil meist gut beklettern. Man sieht dann als ältestes Glied des Diluviums Reste einer älteren Grundmoräne (der vorletzten oder sog. Rißvereisung). Darüber folgt eine ganze Serie von interglazialem Kies und sandig-tonigen Schichten, ehe die obere, etwa 30 m mächtige Grundmoränenmasse beginnt, die sich hier nicht weiter gliedern ließ. Der schöne Aufschluß ist zu erreichen auf Waldwegen vom Südende des Argensteges zwischen Flunau und Schloß Achberg und lohnt auch einen Besuch wegen des für diluviale Verhältnisse ungewöhnlich wilden Charakters der Landschaft, von dem das Bild 17 schon einen gewissen Begriff gibt.

Weniger imposant ist der kleine Aufschluß südlich der Lochmühle am rechten Ufer der Haslach, 600 m oberhalb ihrer Mündung in die Argen. Hier steht unten vom Wasserspiegel an mehrere Meter mächtig eine zweifellose, gelb verwitterte Grundmoränenschicht, als Erzeugnis der Rißvereisung. Darüber folgt ebenfalls eine Serie interglazialen Kieses und Tonmergels, und über ihr war die sich in den benachbarten Drumlin viel mächtiger erhebende Grundmoräne der letzten Vereisung noch genügend deutlich festzustellen.

Die Einzelheiten dieser beiden Aufschlüsse sind für das geologische Bild der jetzigen Landfläche kaum von Bedeutung. Aber sie mußten doch hier Erwähnung finden, um einen Begriff zu geben, was von den Erzeugnissen früherer Eisbedeckungen in unserer Gegend überhaupt erwartet werden darf. Es sind selbst unter günstigen Umständen nur unbedeutende Reste. Fast überall war das Eis in der Höhezeit der Würmvereisung stark genug, um, vor allem wo der tertiäre Untergrund sich einigermaßen erhebt, alles wieder zu beseitigen und den eigenen Aufschüttungen einzuverleiben, was es an glazialen und interglazialen Sedimenten in seinem Bette vorfand. Erst in der Rückzugsperiode der Laufenschwankung ging diese Kraft mehr und mehr verloren. Mächtige Aufschüttungen von Moränenmaterial waren die Folge, so bedeutend, daß später, im Achenvorstoß, der bis zur inneren Jung-Endmoräne wieder vorrückende Gletscher sie nur in ihrer Form mehr oder weniger zu verändern, aber nicht abermals auszuräumen imstande war.

In anderen Teilen des Gebietes, so im westlichen Hügelland,

dann auch im östlichen Riedelstück, wenigstens südlich der Argen, spielen nun ältere Schichten des Diluviums anderer Art noch weithin eine Rolle. Auch sie hat vor allem die Erosion, z. B. in der gewundenen Rinne von Taldorf nach Oberteuringen, von der oben (S. 27) die Rede war, ans Tageslicht gebracht. Es sind mächtige Kieslager, die an diesen Erosionshängen unter der deckenden, normal in Drumlin gegliederten Grundmoräne zutage treten. An anderen Stellen tritt der Kies schon auf dem Plateau am Fuß der Drumlin heraus. Kiesgruben zeigen ihn schön erschlossen unter verschieden mächtiger Grundmoränendecke, gegen die er oft in unregelmäßig welliger, auf stauchenden Druck deutender Oberfläche abstößt, so in der Kiesgrube an den Dillenäckern, 1500 m südlich Oberteuringen. Besonders schön erschlossen ist die Überlagerung unter anderem in der kleinen Kiesgrube östlich Blankenried südöstlich Oberteuringen (s. Abbildung 18). Der ungemein interessante Aufschluß zeigt zunächst mächtigen, geschichteten Kies. Links stößt er im senkrechten Absturz eines alten Steilufers des ehemaligen Talgewässers an abgerutschte Grundmoräne, z. T. mit mantelförmiger Abhangstruktur. Rechts schiebt sich die deckende Grundmoräne auf schräger Fläche auf den Kies hinauf, der den wohl durch eine gewisse Eiserosion geformten Sockel und Kern des Drumlin bildet. In der Nachbarschaft des Geschiebemergels ist der Kies unregelmäßig zu Nagelfluh verkittet. Zwei Tonmergelschichten durchziehen ihn horizontal. In der oberen läßt sich durch den ganzen Aufschluß ein blanker, in der Bewegungsrichtung des Gletschers fein gestreifter horizontaler Spiegel verfolgen, ein ungemein wertvolles Dokument der mächtigen Schiebekraft, die der Gletscher entfaltete. Über dem Spiegel ist der Tonmergel mehrfach gekröseartig gefaltet und zusammengeschoben (Abbildung 19).

Auch weiter nach Friedrichshafen zu tritt diese Kiesunterlage an den Hängen des Rotachtales wenigstens mehrfach unter Grundmoräne zutage. Vor allem bemerkenswert ist der Aufschluß der „Höhle“ westsüdwestlich Oberailingen. Die Nagelfluhschicht unter der hangenden Grundmoräne ist dort so fest und zusammenhängend, daß der lockere Kies tief in den Berg hinein in großer Ausdehnung ausgeräumt werden konnte. So ist eine geräumige Grotte entstanden, die mit der unregelmäßig knorrigen Nagelfluh ihrer Decke und Seitenwände einen ganz ursprünglichen Eindruck macht.

Kiesschüttungen im Untergrunde sind nun zunächst in dieser Gegend, südlich vom Gehrenberg, eine verbreitete Erscheinung. Von seinem Hange selbst stellt sie aus der unmittelbaren Nachbar-

schaft unseres Gebietes die Abbildung 20 dar, in einem wegen seiner mächtigen Blockpackung schon erwähnten Aufschluß. Diese verdeckten Lager verdienen auch von technischer Seite besondere Beachtung, nicht nur als Lieferanten ausgezeichneten gewaschenen Bausandes und Schotters, sondern auch wegen ihres Einflusses auf Grundwasser und Quellen. Sie besitzen so verschiedene Höhenlage, daß die Gefällsverhältnisse und die anzunehmende Richtung der damaligen Täler zu deren Erklärung nicht ausreichen. Wir müssen Stufen annehmen, gerade wie sie die jüngeren, offenliegenden Kiese der Achenschwankung zeigen. In besonders hoher Lage sind sie seit lange bekannt aus der Gegend von Ravensburg. Das hohe Riedelplateau östlich und südöstlich der Stadt ist ganz von ihnen erfüllt. Sie scheinen aber hier nach Süden nicht mehr in unser Gebiet zu reichen. Aber in ziemlich tiefer Lage sind Kieslager im Untergrunde in dem Plateaustück südlich der Argen wieder verbreitet. Wenigstens sind sie bei Lindau in seiner Randzone vielfach unter Grundmoräne bekannt [1]). Aber auch auf württembergischer Seite hat man nach Miller Nagelfluh bei Bauten mehrfach im Untergrunde angetroffen. Auch ist die starke Wasserführung des Talbodens bei Hengnau, nordöstlich Wasserburg nahe der württembergischen Grenze, nur durch ein größeres Kiesreservoir in der Tiefe zu erklären. Die geringfügigen Aufschlüsse, die man bei der Fassung dieses Wassers gemacht hat, sollen dementsprechendes gezeigt haben. Auch diese überdeckten Kiese auf der Ostseite des Schussenbeckens steigen vom See aus nach Norden zu viel größeren Höhen auf als durch direktes Gefälle erklärt werden kann.

Die Zeit der Entstehung dieser alten, periphere Randschüttungen verschiedener Staustufen darstellenden Kieslager von Hengnau bis Ravensburg und bis zum Gehrenberg kann kaum zweifelhaft sein. Sie stammen sicher nicht aus dem Interglazial vor der Hauptausbreitung der Würmvereisung, vielmehr aus der großen Rückzugsbewegung, die ihr folgte, der schon mehrfach erwähnten Laufenschwankung, sind also ebenfalls interstadial im weitesten Sinne.

Fassen wir alle die Spuren der Erzeugnisse der Laufenschwankung, von denen die Rede war, zusammen, so leuchtet wenigstens in großen Zügen das Landschaftsbild dieser großen Rückzugsbewegung durch die heutigen Verhältnisse durch, teils als

1) Hier können auch jüngere Überdeckungen durch einen nochmaligen Eisvorstoß (Konstanzer Phase Schmidles) in Frage kommen.

indifferente Grundmoränenlandschaft, teils als stattliche Endmoränenzüge, teils als bedeutende Kiesterrassen.

Entstehung des Bodensees.

Neben den konkreten Resten früherer Vereisungsperioden darf schließlich ein anderes Erzeugnis der geologischen Kräfte nicht vergessen werden, das ebenfalls in seiner Hauptsache älter ist als die letzte Vereisung, die Hohlform des Bodenseebeckens. In einem späteren Kapitel wird von der Physiographie dieses herrlichen Nachbargebietes des württembergischen Landes, das nach landläufiger Auffassung sogar zum Teil ihm zugehört, ausführlich die Rede sein. Hier soll nur von seiner Entstehung kurz gesprochen werden, als einem ebenso interessanten wie problematischen Zuge in der geologischen Entwickelung der ganzen Landschaft.

Das mächtige, zu einem großen Teile weit über 200 m tiefe Becken liegt ganz asymmetrisch im fächerförmigen Gebiet des voralpinen Rheingletschers. In der letzten Haupteiszeit, der Würmvereisung, lag der Hauptstrom des Eises, diesem Becken folgend, ebenfalls asymmetrisch in der Achse des Sees. Der Umriß und die ganze Entwickelung des Gletschers zeigen so ein ganz verzerrtes Bild. Die Senke des Sees bildete sein seitlich verschobenes Stammbecken. Die übrigen, im Verlauf der Endmoränen sich deutlich abzeichnenden breiten Hauptmulden des Gletscherbettes, vor allem die des Schussenbeckens, bildeten nur mehr seitliche Zweige. Zuletzt war bei seinem Rückzuge der Gletscher, wie wir gesehen haben, auf das breite Stammbecken beschränkt, lange ehe er sich ganz in die Pforte des eigentlichen Rheintales zurückzog.

Es ist nun zunächst die Ansicht geäußert, das Becken des Bodensees sei mit anderen größeren Seen des Randgebietes des Gebirges entstanden durch Einbiegen dieser Randzone als Folgeerscheinung der Erhebung seiner zentralen Massen. Nun liegt aber der Bodensee doch anders zu den Alpen, als die großen Schweizer Seen, z. B. der Züricher See. Zudem lassen selbst die ältesten fluvioglazialen Bildungen, wie A. Penck feststellte, keine Spur eines solchen Einsinkens erkennen. Penck lehnte daher jene regional-tektonische Deutung als ein verbogenes, subalpines Tal entschieden ab. Er setzte an ihre Stelle in Anlehnung an Ramsay die Annahme, das Seebecken sei ganz glazialer Entstehung, ein normales Erzeugnis des sein Bett vertiefenden Gletschers, wie auch in anderen Tälern im Randgebiet der Alpen durch Eiserosion langgestreckte und tiefe Seebecken entstanden seien.

Die Möglichkeit der Entstehung solcher „übertieften" Becken im Zuge der Talgletscher soll hier nicht bestritten werden. Es fehlt aber nicht an Stimmen, nach denen der Gletscher hier dieses *tiefe* Bett *nicht* seiner eigenen Kraft verdankt, sondern nur passiv dort zwar nicht ein eingebogenes Tal, aber doch einen in die Tertiärschichten seiner Unterlage eingebrochenen Graben erfüllte. Für diese, wenn ich so sagen darf, lokal-tektonische Entstehung (wenigstens der Anlage) des Seebeckens mehrt sich die Wahrscheinlichkeit. Es ist nicht nur sicher, daß von Nordwesten her ein ganzes System tektonischer Bruchlinien mit ungefähr der Achse des Seebeckens parallelem Streichen in das Seegelände hineinstrahlt. Es kann jetzt sogar als erwiesen gelten, daß wenigstens in dem schmalen Zweigbecken des Überlinger Sees ganz erhebliche Einbrüche auf solchen tektonischen Linien stattgefunden haben. Die in ausgezeichneten Kartendarstellungen vorliegende, merkwürdige Bodenform des Sees mit ihren schmalen, auffallend geradlinig durch steile Böschungen begrenzten Tiefenzügen und der eigentümlichen Gliederung seiner nordwestlichen Anhänge spricht jedenfalls wenig für eine Entstehung ausschließlich durch die aushobelnde Tätigkeit des Gletschereises. Sie macht im Gegenteil fast den Eindruck, als ob an der Anlage und Gestaltung des Beckens beteiligte Krustenbewegungen wenigstens zum Teil ganz jungen Datums gewesen sind. Nach Analogie mit anderen, sicher beglaubigten Einbruchserscheinungen im nicht allzufernen Neckargebiet könnte man allerdings erwarten, daß auch hier vor allem im letzten Interglazial sehr beträchtliche Verschiebungen stattgefunden haben. Das würde ungezwungen erklären, weshalb erst in der Würmvereisung das Becken des Sees als Stammbecken des Gletschers eine so große Rolle spielte, daß es die ganze Form des Eiskuchens so stark zu verzerren vermochte, während es in den beiden vorhergehenden Haupteiszeiten mit ihrer ungleich stärkeren Erosionskraft, nach dem noch wenig westwärts verschobenen Kontur des Eisfächers zu urteilen, erst ganz allmählich einen gewissen Einfluß gewann. Es würde erklären, weshalb diese späte Stammbeckenbildung sich so auffallend auf die auch vom Rhein benutzte Randsenkung des Gebirges beschränkte, während man erwarten sollte, daß sie vor allem in der Richtung des Schussentales sich geltend machen würde.

Eine rein glaziale Entstehung reicht also zur Deutung dieser eigentümlichen Verhältnisse nicht aus. Nimmt man die tektonischen Vorgänge als Hauptfaktor bei der Entstehung des Seebeckens an,

so erscheint es allerdings gar nicht unwahrscheinlich, daß vielleicht schon zur Rißzeit, besonders aber in der Würmvereisung der Gletscher an der Ausgestaltung, vor allem an der Ausweitung des Beckens mitgewirkt hat. Die tektonischen Vorgänge hätten dem Wirken des Eises die Wege gewiesen, es zeitlich bestimmt und vermutlich sogar nach dem Aufhören der Glazialvorgänge noch weiter an der Ausgestaltung des Beckens gearbeitet.

Jüngste Bildungen.

Nach dem Rückzug des Eises war unsere Gegend ein Land der tausend Seen. Die Art, wie der Gletscher die Oberfläche seines Bettes bearbeitet und modelliert hat, ist ja durchaus unhydrographisch, vor allem hier im Vorlande des Gebirges, wo der Untergrund weithin Gegengefälle hatte. So zwingt er seine Schmelzwasser zu wunderlichen Wegen. Niemals gestattet er ihnen, wenigstens in dem inneren, beckenartig geschlossenen Teil seines Bettes, den allgemeinen Gefällsverhältnissen zu folgen. Nur lokal entzieht sich der Schmelzwasserstrom gelegentlich dem Banne des Eisrandes, vor allem da, wo Unregelmäßigkeiten der Beckenfläche ihm einmal Spielraum gewähren, oder wenn er sich an günstiger Stelle einmal eine besonders stark eingeschnittene Ablaufrinne schaffen konnte, wie im Argental, die er dann eine zeitlang weiter benutzte. Im normalen Falle zerfielen die Systeme der Randentwässerung ziemlich schnell, sobald der Eisrand von ihnen weiter zurückwich. Allerdings hinderten die Moränen, die der stauende Eisrand erzeugt hatte, oder auch nur der eingeschnittene Charakter der Randtäler streckenweis ein Ausbrechen der Randgewässer. Aber es fanden sich doch immer Stellen, wo die nach dem Gefälle der freiwerdenden Oberfläche neu entstehenden Rinnsale mit den peripheren Rinnen Verbindung erhielten und sie anzapften. So entstand mit dem Freiwerden des ganzen Beckens zwar ein normales zentripetales Entwässerungssystem, aber es zeigt auf Schritt und Tritt die Spuren seiner früheren Knechtschaft. Immer wieder zwingt eine nicht überwundene Barriere das neue Rinnsal zu großen Umwegen oder kurzen, unmotivierten Knicken und Winkelzügen, wie die Karte an vielen Stellen zeigt.

Diese endgültige Reformation des Entwässerungssystemes fand aber nur da statt, wo für Gefälle gesorgt war, besonders in den Zweigbecken und im Anschluß an sie. Große Flächen der Riedelplateaus fanden diesen Anschluß nicht oder sehr unvollkommen, und es verblieben allenthalben in Menge abflußlose, wasser-

erfüllte Senken. Das Land war nach dem Abzuge des Eises freilich so gut wie vegetationslos und im höchsten Grade unwirtlich und öde. Aber doch muß schon damals der Anblick dieser gebuckelten Flächen, in denen überall die Spiegel der Gewässer aufblitzten, von eigener Schönheit gewesen sein, mehr freilich noch später, als in einem milderen Klima Wald und Wiese sich in den lachenden Gewässern spiegelten. Das liebliche Bild der beiden Seen südlich vom Argental, Degersee und Schleinsee, läßt uns den Verlust ermessen, den die Schönheit des Landes hier erlitten hat. Denn außer den beiden genannten Gewässern sind nur wenige kleine, jetzt im Pflanzenwuchs halb erstickte Weiher als Reste der alten Herrlichkeit geblieben. Einige kamen durch künstliche Stauung hinzu. Alles übrige fiel im Laufe der Zeit gänzlicher Vermoorung zum Opfer. Von den geologischen Vorgängen, die nach dem Abschluß der Glazialepoche in unserer Gegend Platz griffen, nach der Wiederkehr, um einen bequemen Maßstab zu geben, des Rehs und des braunen Bären in unsere Wälder an Stelle von Rentier, Höhlenbär und Mammut, von den geologischen Prozessen dieser jüngsten Periode soll nur dieser eine hier erörtert werden, denn nur er veränderte das Bild der Landschaft in wesentlichem Grade und schaffte gleichzeitig auch in den Torflagern wirtschaftliche Werte von nicht geringer Bedeutung.

Die methodische Untersuchung der Moorausfüllungen der abflußlosen Becken mit Bohrern läßt ihren ziemlich gleichmäßigen Aufbau und aus ihm auch ihre Entstehung beurteilen. Der Untergrund ist natürlich schwer durchlässig, besteht in den meisten Fällen aus der alles überkleidenden Grundmoräne des letzten Eisvorstoßes. Die tiefer folgende Molasse, der Hauptquellenhorizont der ganzen Gegend, verstärkt noch die lückenlose Abdichtung. Die Ablagerungen der Becken beginnen dazu noch mit einem Ueberzug von feinem, kalkreichem Tonschlamm, dem Niederschlag der Gletschertrübe, die ursprünglich natürlich auch in diesen Gewässern verteilt war. Nach oben nimmt der Kalkgehalt der mineralischen Bodenschicht oft stark zu. Es entsteht wahre Seekreide. Vielfach ist sie freilich nur in einem Teil des Beckens entwickelt. Es scheint, daß sie da mit Vorliebe entstand, wo kalkreiches Wasser zutrat. Die Bildung der Seekreide setzt schon die Anwesenheit einer gewissen Flora voraus, der auch die Fauna auf dem Fuße folgte. Die reine, technisch (Mergelung) wohl zu beachtende, wenn auch hier kaum bisher verwertete Seekreide wird nach oben mehr und mehr braun durch zunehmenden

Gehalt an organischen Stoffen. Oft bringt der Bohrer einen feinkörnigen, bräunlichen Moormergel herauf, schon ganz durchspickt mit Schalen und Schalenbruchstücken von Süßwassermollusken, wie sie sich dort noch heute finden. Kälteliebende Formen, wie man sie in der ersten, klimatisch noch weniger begünstigten Zeit wohl erwarten könnte, wurden noch nicht festgestellt. Ob sich solche glazialen Anklänge in der Pflanzenwelt der Basisschichten auch in unserem Gebiet (über das westliche Nachbargebiet existieren bereits einige Angaben) nachweisen lassen, muß an geeigneten Stellen noch untersucht werden [1]).

Die eigentliche Moorausfüllung der einigermaßen tiefen Becken besteht, wie auch die großen Moore des Landes gezeigt haben, anfangs durchaus nicht aus Resten der höheren Gewächse, die man im gewöhnlichen Torf ohne Mühe erkennen kann. Höhere Pflanzen waren zunächst nur an flacheren Stellen, vor allem am Rande zu finden. Das offene Wasser war aber trotzdem nicht arm an Organismen. Millionen von Kleinwesen, meist sehr einfacher Organisation, Pflanzen sowohl als Tiere, entstanden dort, um später abgestorben wie ein feiner Regen organischer Materie zu Boden zu sinken. Ein eigentliches Verwesen trat hier bei mangelndem Zutritt an Sauerstoff nicht ein. Das anfangs leicht bewegliche Sediment verfaulte nur und saß später zu einer elastisch-gallertigen Masse, dem sogenannten Faulschlamm (Sapropel) zusammen. Schließlich, wenn das Moorbecken angefüllt war, konnten unter dem Druck der oberen, immer noch fortwachsenden Schichten festere Sedimente aus ihm entstehen, so der homogene, schneidbare, aber ziemlich dichte Dopplerit, den Gümbel aus dem nahe benachbarten bayerischen Gebiet bei Wasserburg erhielt.

Diese torfähnlichen, aber feinkörnigen Sedimente aus mikroskopischen Organismen mußten oft erst einen bedeutenden Teil des Beckens erfüllen, ehe es den höheren Pflanzen gelang, in dem flacher werdenden Gewässer vom Rande aus allmählich Boden zu fassen. Oft überbrücken sie als trügerische Schwingrasen vorläufig ausgedehnte offene Stellen. Die ganze Decke wächst oben nach, drückt mehr und mehr von den abgestorbenen Unterschichten in die Tiefe, bis Bodensediment und Decke lückenlos zusammenschließen. Auch jetzt setzt und festigt sich das Ganze noch lange unter dem Druck der oben noch zuwachsenden Pflanzensubstanz.

---

1) Hier ist von einem allgemeinen mehr borealen resp. alpinen Habitus der Fauna und Flora die Rede. Einzelne sog. Relikten sind ja in beiden noch heute nachzuweisen.

Diese vermodert nun zum Teil bei mäßigem Sauerstoffzutritt, teils verfault auch sie unter völligem Sauerstoffabschluß. Das Erzeugnis ist der Torf in seinen vielen, durch die vorwiegenden Pflanzenformen bestimmten Abarten (Arundinetum-Torf, Sphagnetum-Torf usf.).

Die Torfmoore unseres Gebietes, das nicht zu den torfreichen Gegenden Oberschwabens gehört, sind fast sämtlich, mit alleiniger Ausnahme des Wasenmooses südlich Liebenau, zu den sog. Flachmooren zu zählen. Sie wachsen als Wiese oder auch als Sumpfwald nur bis wenig über den Grundwasserspiegel. Die Pflanzenwelt auf ihnen ist bunt gemischt, da das in den Becken stagnierende, den Torf durchtränkende Wasser wie der fertige Torf selbst an Pflanzennährstoffen ziemlich reich sind. Am Rande geht der reine, zu Brennzwecken verwendbare Torf dieser Becken gewöhnlich in den verunreinigten Sumpftorf über, der mit dem Zunehmen der mineralischen Bestandteile zu Moorerde wird.

Soviel hier in Kürze über die Bildung dieses auffallendsten, im Diluvium der Gegend bisher nur in spärlichen Resten festgestellten, also für die jüngsten Bildungen so recht bezeichnenden Sedimentes, von dessen agronomischer und technischer Bedeutung unten noch die Rede ist.

Die übrigen Ablagerungen dieser jüngsten Epoche nähern sich den analogen Diluvialbildungen in ihrem Charakter so sehr, daß auf eine besondere Besprechung verzichtet werden kann.

Bodenkundliches.

Die deutschen geologischen Landesanstalten pflegen mit steigendem Eifer auch die wirtschaftliche Seite ihrer Aufgabe, allen voran die württembergische. Der Dank dafür ist nicht ausgeblieben. Schon jetzt herrscht in den Kreisen der intelligenten Land- und Forstwirte allgemein ein lebhaftes Interesse für diese in besonders hohem Grade gemeinnützige Seite der geologischen Arbeiten, und es ist mit Freude begrüßt, daß die württembergische geologische Landesanstalt nach dieser Seite hin sich neuerdings besonders entwickelt hat. Und zwar handelt es sich dabei zunächst vor allem um die Bodenkunde des neu in Angriff genommenen oberschwäbischen Aufnahmegebietes. Es wird daher selbstverständlich erscheinen, daß gerade an dieser Stelle, in einer für alle Schichten der Bevölkerung bestimmten Darstellung eines hervorragend landwirtschaftlich tätigen

Landesteiles, diese wichtige Seite der geologischen Ergebnisse nicht vergessen wird.

Man kann hier allerdings erst von vorläufigen Resultaten sprechen. Denn die Anzahl der gerade in der Diluvialgeologie unumgänglichen chemischen und mechanischen Analysen ist noch gering[1]). Bisher folgen sie nicht einmal den wichtigsten und verbreitetsten geologischen Bildungen des Glazialgebietes in alle Varianten ihres wechselvollen physikalischen und chemischen Bestandes. Aber das bis jetzt Vorliegende reicht doch schon aus, um einen Überblick zu geben und den weiteren Untersuchungen die Wege vorzuzeichnen.

Mehr als in irgend einem anderen Bezirk Oberschwabens kommt im Oberamt Tettnang fast ausschließlich das **Diluvium** für die Bildung des nutzbaren Bodens in Frage. Die unterlagernde Molasse tritt nur in räumlich begrenzten, wirtschaftlich belanglosen Steilhängen zutage und kann daher in diesem kurzen Abriß übergangen werden.

Den Böden des oberschwäbischen Glazialdiluviums ist entsprechend ihrer Entstehung durch die Tätigkeit des gewaltigen Rheingletschers und seiner Schmelzwässer das Ausgangsmaterial gemeinsam, eine bunte Mischung von Gesteinselementen der verschiedenartigen geologischen Bestandteile des Hochgebirges, in dem der Gletscher sich bildete, und des Teiles des Vorlandes, über den er abfloß. Dieses Ausgangsmaterial ist zwar, wie wir noch sehen werden, regional nach seiner geologischen Herkunft immerhin verschieden genug. Aber es besitzt doch stets einen hohen Gehalt an mineralischen Pflanzennährstoffen und bildet insofern eine gleichmäßig günstige Grundlage für die Entstehung der Böden.

Grundmoräneböden.

Die im drumlinbesetzten Plateau der breiten Riedel vorherrschende Grundmoräne, das eigentliche Erzeugnis des Gletschers selbst, steht nach ihrer räumlichen Verbreitung und dem Werte der auf ihr entstehenden Böden stark im Vordergrunde des Interesses. Ihr Ausgangsmaterial ist die oben so oft genannte Grundmoräne des Gletschers, der Geschiebemergel. Wir lernten ihn kennen

1) Immerhin enthalten die Erläuterungen der bisher erschienenen oberschwäbischen Blätter der geologischen Spezialkarte schon eine ganze Reihe solcher Analysenergebnisse in übersichtlicher Tabellenform und eingehende Erörterungen über dieses Material, auf das näher einzugehen hier der Raum fehlt.

als einen zähen, schwerdurchlässigen, sandigtonigen Lehmmergel mit wechselndem Gehalt an Geschieben in allen Größen. Der Geschiebemergel selbst findet sich nur an räumlich sehr begrenzten Stellen an der Tagesoberfläche, kommt daher direkt als Bodenbildner nicht in Betracht. Um so wichtiger ist seine durch Verwitterung, vor allem durch die Auslaugung der Karbonate entstandene Deckschicht, der *Geschiebelehm*. Er lieferte im normalen Falle einen mäßig schweren, tonigsandigen Lehmboden von hoher Fruchtbarkeit. Kalk freilich, wenigstens in der Form des leichtlöslichen Karbonates, ist in diesen Böden kaum noch vorhanden und muß meist reichlich zugeführt werden. Von den übrigen Pflanzennährstoffen ist aber ein ansehnlicher Vorrat zur Verfügung. Denn ihr leicht löslicher Anteil hat sich durch den Verwitterungsvorgang noch beträchtlich erhöht. Ebenso hat in dem Geschiebelehm gegen den ursprünglichen Mergel der Gehalt an der für das Gedeihen der Kulturpflanzen so wichtigen Feinerde eine Erhöhung erfahren. Allerdings treten diese Feinbestandteile in der obersten, vom Pfluge bewegten Schicht im Ackerboden wieder mehr zurück, wohl infolge des hier fortgesetzt wirkenden Ausspülens durch das Regenwasser und Ausblasens durch den Wind. So entsteht ein milder, ziemlich tiefgründiger, an eisenhaltiger Feinerde noch reicher, aber doch durch Sandanreicherung gelockerter Lehmboden, in dem sich allerdings auch die Zahl der schwer verwitternden Geschiebe allmählich vermehrt. Intensivem *Feldbau*, dem seine mineralischen Nährstoffe natürlich nicht genügen können, bietet er vor allem *günstige physikalische Bedingungen*, und seine Fruchtbarkeit ist bei zweckmäßiger Düngung, bei der auch der Kalkarmut der oberen Lagen Rechnung getragen wird, recht erheblich. Für den *Waldbau* enthält der Boden alle nötigen Nährstoffe, einschließlich des Kalkes, in reichlich genügender Menge direkt verfügbar und dazu noch eine lange anhaltende Reserve in noch unverwitterter Form vor allem in den gröberen Körnern.

Nun ist allerdings der Geschiebemergel in den Grundmoränebildungen aus verschiedenen Ursachen nicht überall gleichartig, und dementsprechend wechselt auch die Art und der Wert der auf ihm entstandenen Böden innerhalb ziemlich weiter Grenzen. Besonders arm an Geschieben, aber, wie die mechanischen Analysen [1]) zeigen, reich an feinstem Sand und tonigem Material ist die Grund-

1) Dieselben werden einstweilen noch mit dem bekannten *Schöne*schen Schlämmapparat ausgeführt, wenn auch mehr und mehr Bedenken gegen dessen wissenschaftliche Brauchbarkeit erhoben werden.

moräne im Schussenbecken und wenigstens ähnlich auch westlich von ihm. Im östlichen Plateaugebiet hat sie oft einen besonders mageren, sandig-steinigen Charakter. Es liegt auf der Hand, daß die auf diesen beiden Varietäten des Untergrundes entstandenen Böden ebenfalls von dem der normalen Grundmoräne abweichen müssen. In den mageren, steinig-sandigen Gebieten griffen Verwitterung und Auslaugung tiefer ein. Vor allem sind die für die Landwirtschaft so wertvollen Karbonate meistens in einer Mächtigkeit von viel mehr als einem Meter verschwunden. Dazu ist der Boden viel reicher an kleinen und großen Geschieben als wünschenswert, oft geradezu sandig-kiesig bis steinig (dsm der geologischen Spezialkarte). Demgegenüber sind im Schussentale und weiter westlich die Grundmoräneböden oft so tonreich, daß die Abgrenzung gegen die fluvioglazialen und auch noch jüngeren Tonmergelböden (s. unten) auf Schwierigkeiten stößt. Ihre Durchlässigkeit ist dementsprechend besonders gering. Sie sind vergleichsweise flachgründig, und ihr kalkführender Untergrund wird stellenweis schon innerhalb des ersten halben Meters, sonst doch wenigstens innerhalb eines Meters erreicht. Diese schweren, bei flacher Lagerung stets dränagebedürftigen Böden entfernen sich dann weit von dem anderen Extrem der Grundmoräneböden auf den dsm-Flächen.

Es ist wohl kaum zweifelhaft, daß diese bisher geschilderten Differenzen im Charakter der Grundmoräne und ihrer Böden vor allem bedingt sind durch die stoffliche Ungleichmäßigkeit der älteren Glazialgebilde, die der letzte, verhältnismäßig schwache Eisstrom des Rheingletschers in seinem Laufe vorfand, zerstörte und sich dann einverleibte. So verliehen kiesreiche Aufschüttungen, die er aufarbeitete, der neuentstehenden Grundmoräne einen besonders sand- und kiesreichen Habitus. Andererseits bekam sie im Becken der Schussen und weiter westlich, wo der Gletscher über ältere feinkörnige Beckensedimente strömte oder auch lange Zeit der Molasseunterlage unmittelbar auflagerte und sie, nach dem unverwitterten Charakter ihrer Oberfläche zu urteilen, fortgesetzt noch bearbeitete, ein besonders feinkörniges, geschiebearmes Aussehen.

Aber auch die Verteilung des neu vom Gletscher aus dem Gebirge mitgebrachten Materiales war keine gleichmäßige. Die mit ganz verschiedenen Geschiebefrachten beladenen Eismassen der einzelnen Täler des verzweigten Einzugsgebietes blieben im Haupteisstrom des Rheintales selbst ziemlich unvermischt nebeneinander. So gelangten die Gesteine der östlichen, kalkreichen Provinz des Gebietes auch zumeist wieder in die östlichsten Sektoren des außer-

alpinen Eisfächers. Dort findet man neben reichlichem Tertiärgestein vor allem einen großen Überfluß an Kalkgeschieben in dem gröberen Material der Aufschlüsse, und die Zusammensetzung des feineren Füllmateriales wird eine ähnliche sein. Es ist zu erwarten, daß diesem abnormen Charakter des Ausgangsmateriales, wie er auch im Osten unseres Oberamtsbezirkes noch zu spüren ist, auch gewisse Eigenschaften des Verwitterungslehmes und des auf ihm entstehenden Bodens entsprechen, die wirtschaftlich von Bedeutung sind.

Die zweite Hauptgruppe der diluvialen Böden unserer Gegend gehört den *fluvioglazialen* Bildungen an. Sie entstanden, wie wir sahen, durch die Arbeit der glazialen Gewässer. So gehört die kiesige Hauptmasse der meisten *Endmoränen* schon in diese Kategorie. Beläßt man ihnen noch eine Mittelstellung, so muß man doch die auch in unserem Gebiet vorkommenden *Übergangskegel* an denselben Eisrändern schon den eigentlichen Fluvioglazialgebilden zuzählen, die dann als die weiteren Sedimente der dem Eise entströmenden Gewässer in unserer Gegend eine so große Verbreitung erlangen. Sie sind, wie wir früher schon sahen, gewaschen, sortiert und geschichtet. Vor allem die Sortierung des Materiales nach der Korngröße vom gröbsten Kies bis zu tonartiger Feinheit schafft hier grundverschiedene Bedingungen für die Bodenbildung, trotz weitgehender Gleichartigkeit des Ausgangsmateriales in chemisch-mineralischer Beziehung.

Auf den mächtigen *Kiesterrassen* mit ihrem groben, in hohem Grade durchlässigen Material wirkte die Verwitterung bis in ziemlich bedeutende Tiefe. Es bildete sich unter starkem Zusammenschwinden des ursprünglichen Volumens ein magerer, brauner, geröllreicher Lehm, auf ihm dann ein *leichter, steinig-kiesiger Lehmboden*. Seine Durchlässigkeit übertrifft, ganz abgesehen vom Untergrunde, bei weitem die des Geschiebelehmbodens, tritt aber nur da, wo das Wasser im unterlagernden Kies noch leicht abziehen kann, besonders stark hervor, besonders in trockenen Jahren. Seine mineralische Nährkraft bleibt wenig hinter den Geschiebelehmböden zurück. Daher sind diese Böden der Kiesterrassen zum großen Teil unter den Pflug genommen, vielfach selbst eher als benachbarte Grundmoräneflächen, die Wiesen tragen. Die Geröllanreicherung und Vermagerung der Oberfläche durch Auswaschen und Ausblasen ist auf diesen weniger bindigen Böden sichtlich noch größer, als auf dem Geschiebelehm.

Wo das Korn der Terrassensedimente wenigstens oberflächlich

feiner, sandig wird, können noch ganz ähnliche Böden entstehen, vor allem, wenn das Wasser im Untergrunde abziehen kann. Es entsteht dann durch die Verwitterung ein zwar steinarmer, aber doch stark sandiger Lehmboden, oft mehr lehmiger Sandboden. In diesen feineren Körnungen pflegt der Gehalt an Quarzkörnern vergleichsweise hoch, der an verwitterten Karbonaten und Silikaten, also auch an Pflanzennährstoffen entsprechend geringer zu sein. Sie neigen demzufolge, trotzdem sie bei günstigem Untergrunde noch für jede Kulturform verwendbar sind, doch zur Auslaugung und bedürfen reichlicher Düngung.

Sobald der nahe Untergrund der Terrassenböden undurchlässig wird, sodaß stagnierendes Grundwasser bis zur Oberfläche reicht oder am Fuße benachbarter Hänge sogar unter Druck austritt, sind sie trotz weniger tief greifender Verlehmung für Ackerbauzwecke nicht mehr geeignet, zumal auch die Dränage auf den tischebenen Flächen Schwierigkeiten macht. Aber auch der Wald findet auf solchen gern versumpfenden Flächen wenig günstige Bedingungen, hat z. B. stark unter Windbruch zu leiden.

Die ganz feinkörnigen Sande der großen Staubecken sind fast überall mit tonigen Lagen vergesellschaftet, die den Charakter der Böden bestimmen. Diese feinsandreichen Beckentone werden als Tonmergel (mit mehr als 30 % kohlensaurem Kalk) abgelagert und enthalten auch sonst viel lösliches Material, im ganzen nicht weniger als 56 %. Davon verbleibt auch in der entkalkten oberen Schicht, die meist nur etwa ½ m mächtig ist, ein bedeutender Anteil zurück, sodaß auf dem Beckenton sehr mineralkräftige Böden entstehen. Aber sie sind ebenso ausgesprochen flachgründig, kaltgründig und dränagebedürftig. Daher überläßt man sie mit Vorliebe der Waldwirtschaft. Dort zeitigen sie ausgezeichnete Bestände. Nur Freistellung des Bodens, die ihm gestattet, sich zu setzen und zu verschlämmen, muß möglichst vermieden werden. Übergänge zu Sand- und Lehmböden mit für den Ackerbau günstigeren Bedingungen finden sich vor allem im Schussenbecken, wo weite Strecken später noch einmal mit Sand oder selbst kiesig-lehmigem Material überdeckt wurden. Wo gelegentlich mächtigere Lehmdecken den Terrassenbildungen auflagern, entstehen ausgezeichnete Ackerböden, die vor allem über ausreichend entwässertem Kies alle Vorzüge der Grundmoränenflächen mit bequemer, flacher, und dabei doch nicht feuchter Lagerung vereinigen.

Auf den nicht sehr ausgedehnten Alluvialflächen besitzen die Böden von Haus aus ähnliche Zusammensetzung wie auf den

Diluvialterrassen. Aber die Verwitterungsschicht ist weniger mächtig oder fehlt, sodaß die Böden selbst ganz oben mit verdünnter Salzsäure noch brausen. Ihre Mineralkraft ist also bedeutend, aber ihre meist sehr feuchte Lage gestattet nicht überall eine Verwendung als Ackerboden. Dann tragen sie teils Auwälder, teils die im Wirtschaftsbetriebe der Bodenseegegend so wichtigen, hochbewerteten Streuwiesen.

Eine besondere Gruppe der Alluvialböden bilden schließlich die Humusböden. Teils auf reinem Humus, dem Torf, teils auf der an mineralischen Nährstoffen viel reicheren Moorerde entstehen Böden, die bei künstlicher Düngung und Senkung des Wasserspiegels als Wiesen oder sogar als Ackerflächen sehr zufriedenstellende Erträge geben. (Eine für Wiesen und Weiden geeignete Form der Moorkultur wird dabei angewendet durch Überfahren der Moorflächen mit Diluviallehm.) Zur Kultur der schon genannten Streuwiesen auf Moorboden bedarf es keiner besonderen Maßregeln. Doch lohnen auch sie, besonders auf den nährstoffarmen Torfflächen, die Zufuhr mineralischen Düngers durch starke Steigerung der Erträge. Besonders geschätzt ist aus der großen Zahl der (wilden) Streugewächse das Pfeifengras (Porst, Molinia caerulea), dessen Verbreitung vielfach auch künstlich gefördert wird.

Technisch nutzbare Ablagerungen.

Im Anschluß an die Würdigung der Torfflächen als Kulturböden liegt es nahe, auch ihres Gehaltes an Brennstoff zu gedenken. Auf den ersten Blick scheinen hier auch in unserem Gebiet große Reichtümer vorhanden zu sein. Aber man darf nicht vergessen, daß die Abbauwürdigkeit selbst reiner Torflager erst mit etwa 60 cm Mächtigkeit beginnt. Darum würde eine Statistik, die die Flächen mit weniger mächtiger Torfdecke und vielleicht sogar die für Brennzwecke viel zu aschenreiche Moorerde ohne Unterschied mit den tiefen Torflagern vereinigt, eine gänzlich verkehrte Basis der Beurteilung schaffen, vor allem in unserer Gegend, wo die Torfmoore durchweg nicht besonders mächtig sind und von jenen unbenutzbaren Anhängseln an Fläche weit überwogen werden. Immerhin sind genügend ihrer Mächtigkeit nach abbauwürdige Moore vorhanden und es muß auffallen, daß ihre Ausbeutung nicht lebhafter betrieben wird, trotz der Preissteigerung der übrigen Brennstoffe. Zum Teil mag der Grund darin liegen, daß die unumgängliche Entwässerung der Lager zu große Kosten

macht. Zum Teil hat man wohl wegen des in dieser ganzen Gegend auch im eigentlichen Torf vergleichsweise hohen Aschengehaltes den Abbau der Lager, der früher lebhafter war, in neuerer Zeit im Interesse der rentableren landwirtschaftlichen Benutzung eingeschränkt.

Von sonstigen nutzbaren Bodenschätzen sei die uralte Verwendung der großen Diluvialgeschiebe zu Bauzwecken und das gelegentliche Kalkbrennen aus Kalkgeröllen der Flüsse und Diluvialablagerungen hier nur nebenbei erwähnt.

Sie stehen in keinem Verhältnis zur großen technischen Bedeutung der Kieslager zur Gewinnung von Steinschlag und Betonschotter, feinerem Kies und Bausand. Schon in den Moränenwällen des letzten Eisvorstoßes und auch den oben besprochenen älteren Moränen der Argengegend ist daran kein Mangel. Freilich muß man hier stets auf ein Ausgehen des Kieslagers gegen Lehm oder Mergel und dergleichen unerwünschte Überraschungen gefaßt sein. Es gibt hier ferner auch in der Grundmoräne Stellen, wo diese so viel groben Schotter aufgenommen hat, daß sich die Gerölle berühren, ein Material, das mit der verkittenden Mergelmasse direkt zum Überfahren kleinerer Straßen mit Erfolg verwendet wird.

Gleichmäßiger ist der Kies der Diluvialterrassen. Bei einigermaßen bedeutender Mächtigkeit sind diese Lager so gut wie unerschöpflich. Liegen sie zudem günstig zur Eisenbahn, wie westlich Hemigkofen, so ist ihr Ausbeuten besonders lohnend, und das geförderte Material wird mit der Eisenbahn weithin verfrachtet. Was zu Wasser an grobem Kies und Schotter für kiesarme Gegenden des Seeufers aus dem Bezirk versandt wird, fördert man in der Umgebung der Argenmündungen aus dem See direkt in die Transportkähne.

Bausand in mäßig grober, ungleichkörniger und „scharfer“ Qualität findet sich mit dem Kies und wird selbst in kleinen Kiesgruben durch Siebtrommeln mechanisch von den gröberen Bestandteilen getrennt. Vielfach hat das Wasser der Eisrandströme durch seine sortierende Tätigkeit auch schon ganze Lager brauchbaren Bausandes abgesetzt, an Stellen, bis zu denen die Hauptströmung mit ihrem groben Kies nicht gelangte.

Das feinste Saigerungsprodukt der fluvioglazialen Gewässer, der in feinerem oder gröberem Wechsel mit Feinsand gemischte Ton der großen Becken, hat früh allenthalben Ziegeleibetriebe ins Leben gerufen. Viele der kleineren von ihnen sind in neuerer Zeit

der Konkurrenz der großen, mit maschinellen Mitteln arbeitenden Werke erlegen. Für diese aber liegen die Verhältnisse bei der unerschöpflichen Menge des Materiales und den günstigen Transportverhältnissen recht günstig. Freilich muß die Verwendung der je nach dem Grade der Verwitterung an löslichen Verbindungen sehr verschieden reichen Lagen sorgfältig überwacht werden, um eine günstige Mischung mit nicht zu hellen Brandfarben und nicht zu großer Neigung zum „Salpeter"-Ausschlag zu erzielen. Nach der Natur des Materiales kann dann auch an die Herstellung von Fayence, Majolika, Ofenkacheln und glasierten Ziegeln gedacht werden.

Zu Hafnerletten eignen sich umgeschlämmte steinfreie Lehmdecken, wie sie vielfach in flachen Tälern im Alluvium vorkommen. In ziemlich bedeutender Ausdehnung ist ein ähnliches Lager in der Nähe von Langenargen auf dem Sand der untersten Diluvialterrasse entwickelt, wo es in einigen kleinen Aufschlüssen ausgebeutet wird.

Unter diesen Umständen kann man auf eine Verwendung des Geschiebelehmes der Grundmoräne für Ziegeleizwecke und Verwandtes verzichten. Aber der tiefer folgende Geschiebemergel bietet zur Melioration nährstoffarmer und magerer Böden ein schätzenswertes Material. Er ist fast überall mit Leichtigkeit in unbegrenzter Menge zu haben, und er verdient wohl, neben den kostspieligen künstlichen Düngemitteln, die ihn aus dem Wirtschaftsbetrieb fast verdrängt haben, wieder mehr verwendet zu werden, als nur zum Überfahren der Torfgründe, von dem oben die Rede war.



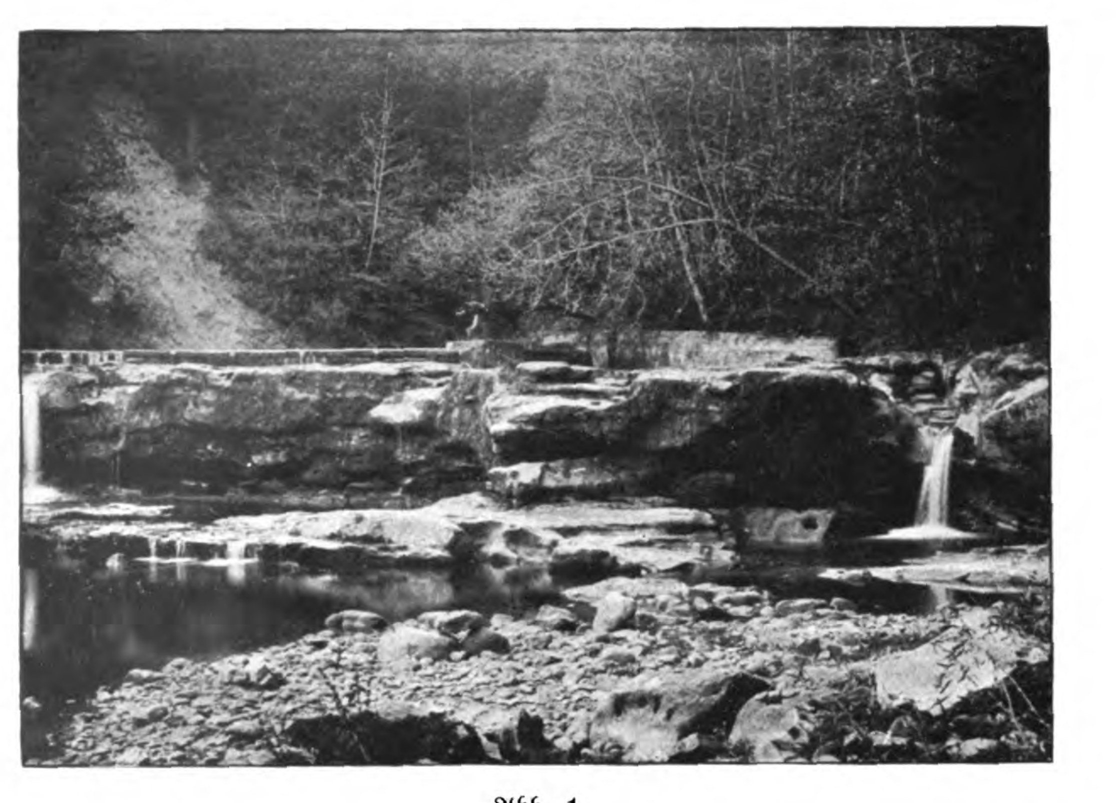


Abb. 1.

Molassesandstein im Bett der Leiblach an der Mühle südlich Hergensweiler. S. 9.





Abb. **2.** Bacheinschnitt im Zapfensand der Molasse südlich vom Ravensburger Schützenhaus. S. 10.



Abb. 3. Blick in das enge Durchbruchstal der Argen unterhalb von Pflegelberg. Im Hintergrunde links die obere Wand der großen Rutsche am „Sack“. S. 6, 24, 39.

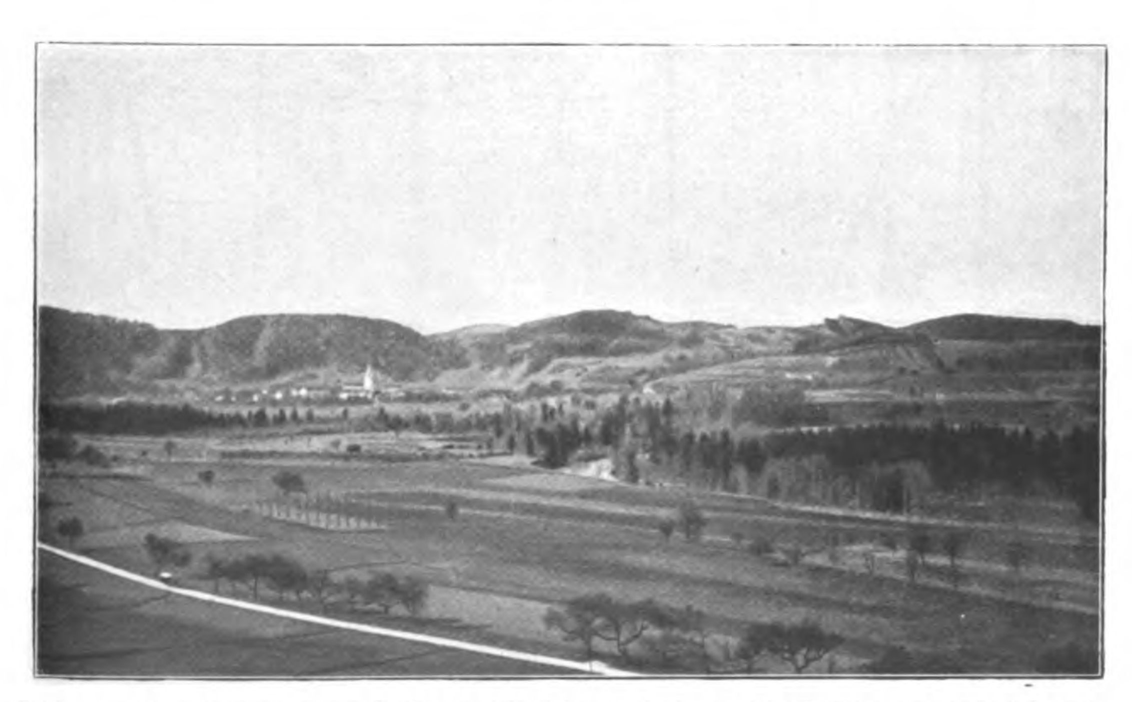


Abb. 4. Der breite untere Abschnitt des Argentales, von Südosten her auf Laimnau zu gesehen. Rechts über dem Talboden deutliche Terrassen. Phot. von Dir. Fischer, Berlin. S. 6.

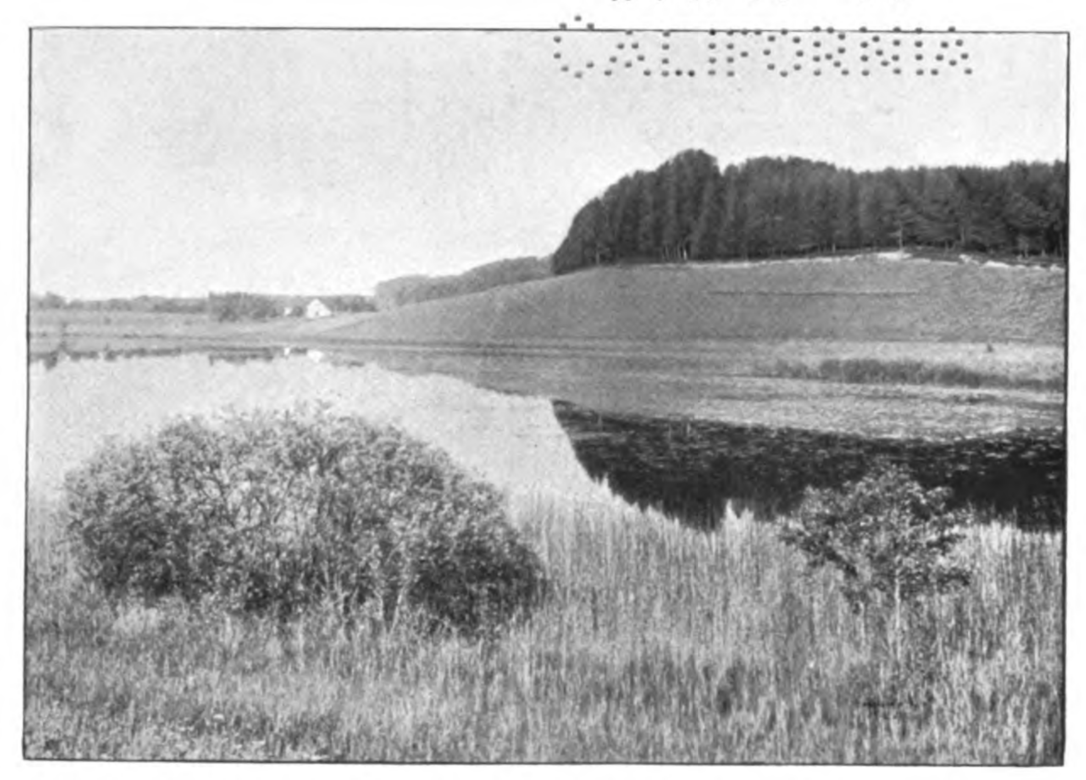


Abb. 5. Blick über den Schwarzen See südlich Wangen auf Herzmanns und das Drumlin des Kolbenholzes. S. 22.

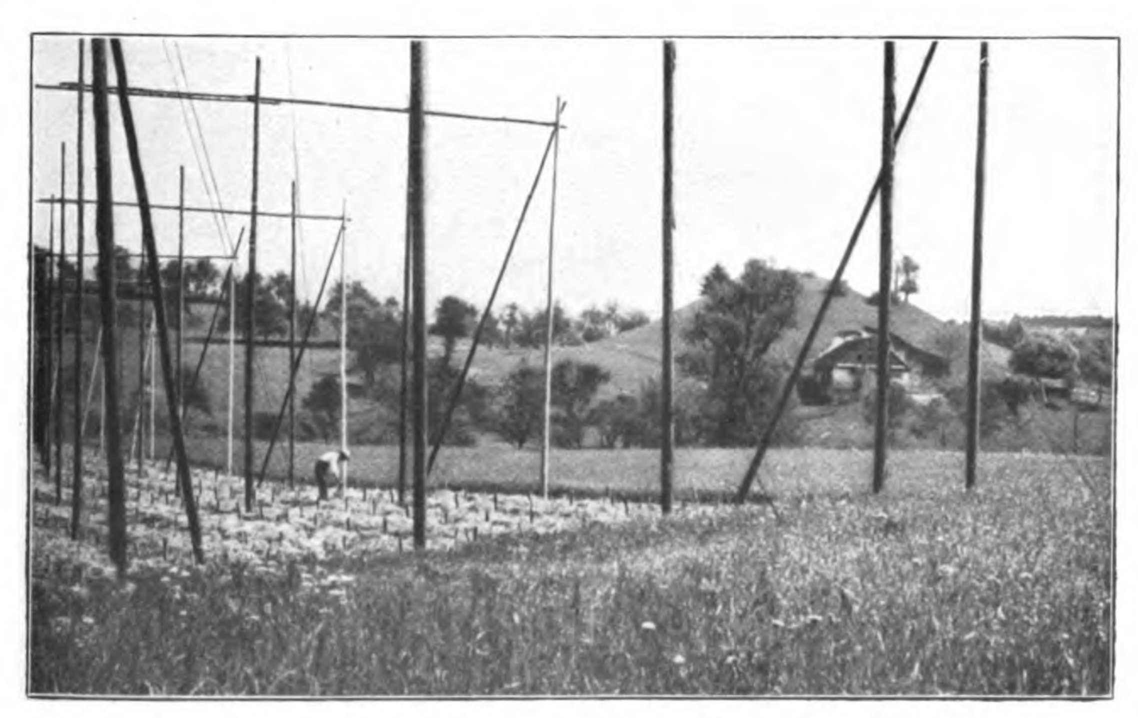


Abb. 6. Tumulusartige Endmoränen-Steilkuppe der Burg Flockenbach, 6 km östlich von Tettnang, mit Kiesgrube hinter dem Haus am Hange. S. 13, 23.

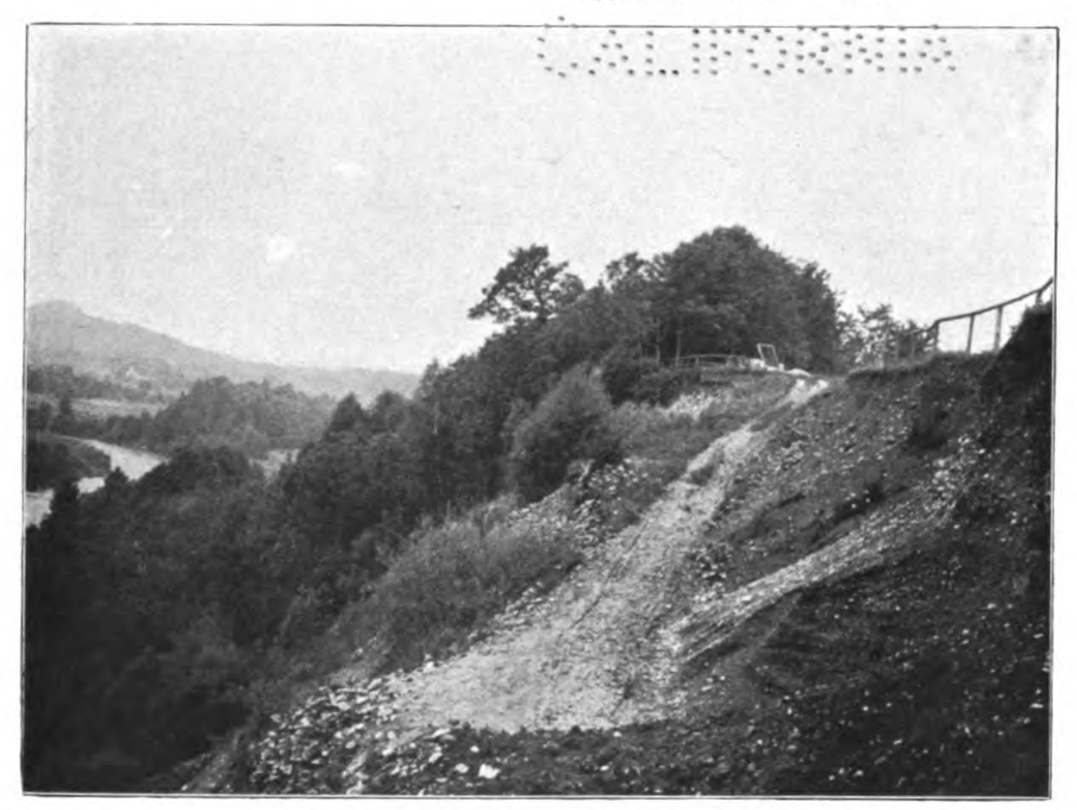


Abb. 7. Kiesgrube unter dem Rande der Terrasse (IVa) südlich von Rappertsweiler. Der Boden ist schwer durchlässige Grundmoräne (Tussilago). Links Blick ins Argental auf Schwefelbad Laimnau und die „Alte Schanze“ bei Rattenweiler. S. 24.

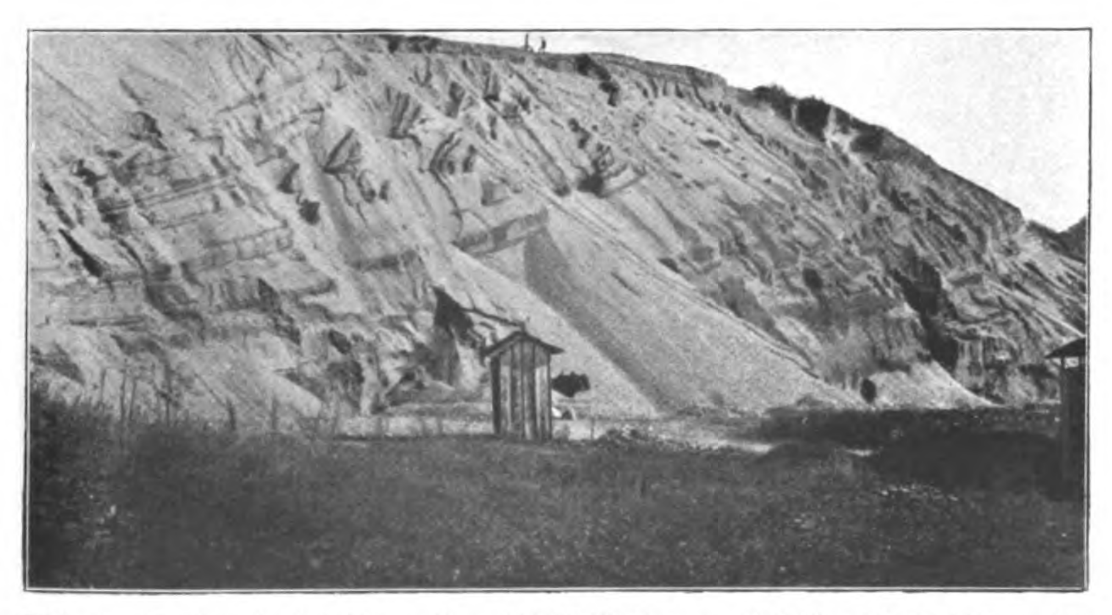


Abb. 8. Sandgrube bei Manzenberg südlich Tettnang. Mächtige Deltaschüttung der obersten Tettnanger Terrasse (IVa). Sand und Kies im Wechsel, mit nördlich gerichtetem Einfallen. S. 25.



Abb. 9. Blick in das Durchbruchstal von Oberteuringen vom Rande südlich Wammeratswatt nach Osten. Rechts Vorsprung von Wammeratswatt, links bewaldete Drumlin, denen das Tal ausweicht. S. 27.



Abb. 10. Rand der untersten Tettnanger Terrasse (IV c) im Argentale südöstlich von Laimnau. S. 30.



Abb. 11. Kiesgrube in kleinem Endmoränenhügel 800 m westlich vom Schleinsee. Unten Kies, in der Mitte normale, nur ziemlich blockreiche Grundmoräne, oben sehr sandige Ausbildung der Grundmoräne. S. 12, 32, Anm.

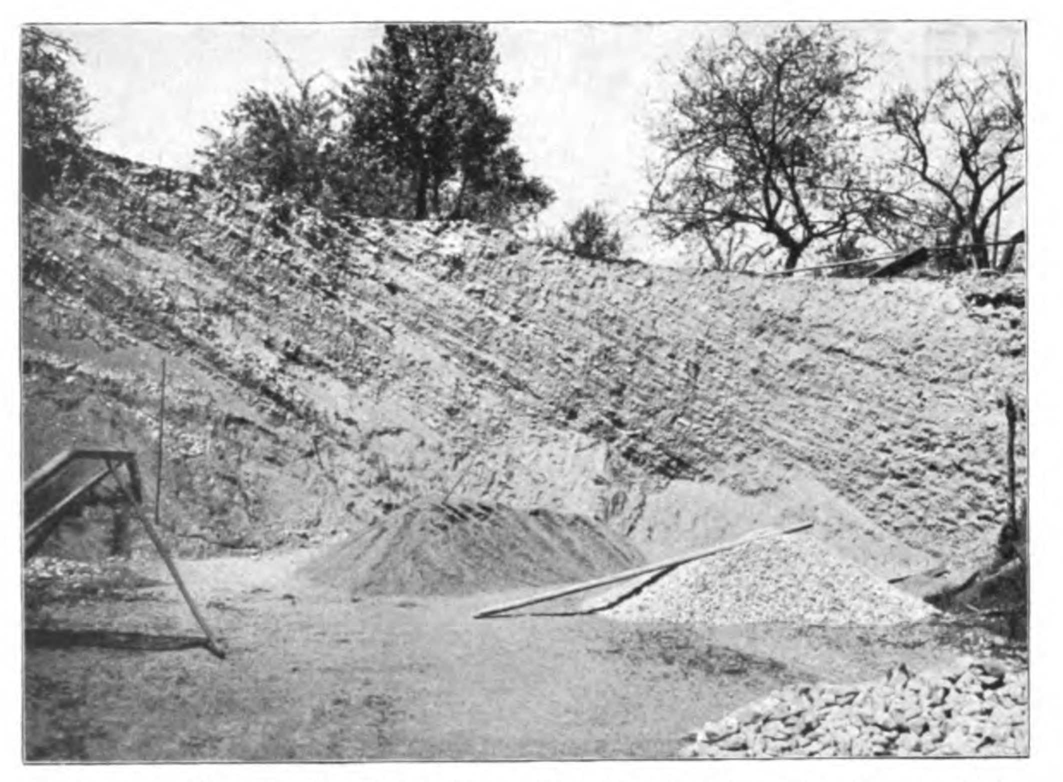


Abb. 12. Kiesgrube in Mooslachen. Deltaschüttung der Terrasse von Bad Schachen (V) mit nördlichem Einfallen. S. 15, 33.

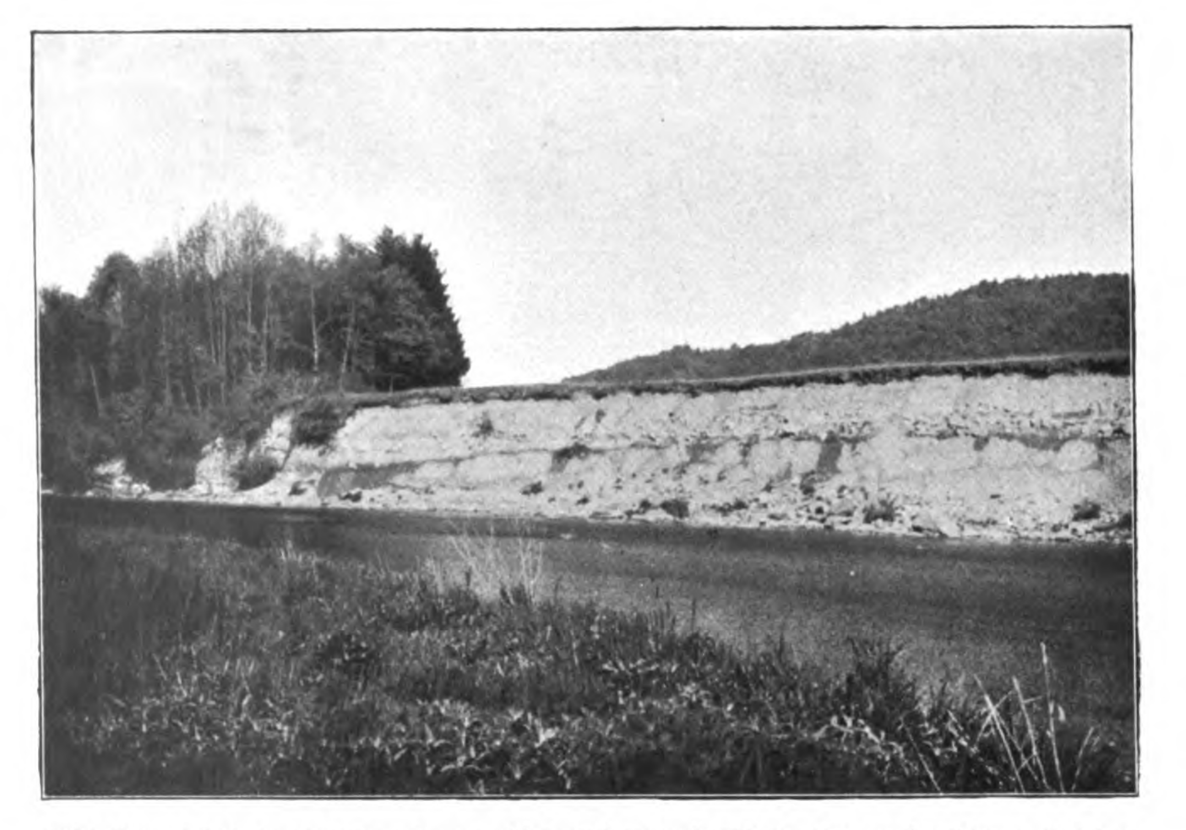


Abb. 13. Steilufer der Terrasse von Bad Schachen-Eriskirch (V) an der Argen, 1,5 km oberhalb Gießenbrücke. Grundmoräne unter der kaum 3 m mächtigen Kiesfüllung des Erosionstales. S. 34.



Abb. 14. Blick über den Kreuzweiher nördlich Steinenbach nach Osten. Der Hügel links hat Drumlinform, der rechts ist steiler und gehört einem langen, mehrgipfligen Nordwest-Rücken an. S. 36.

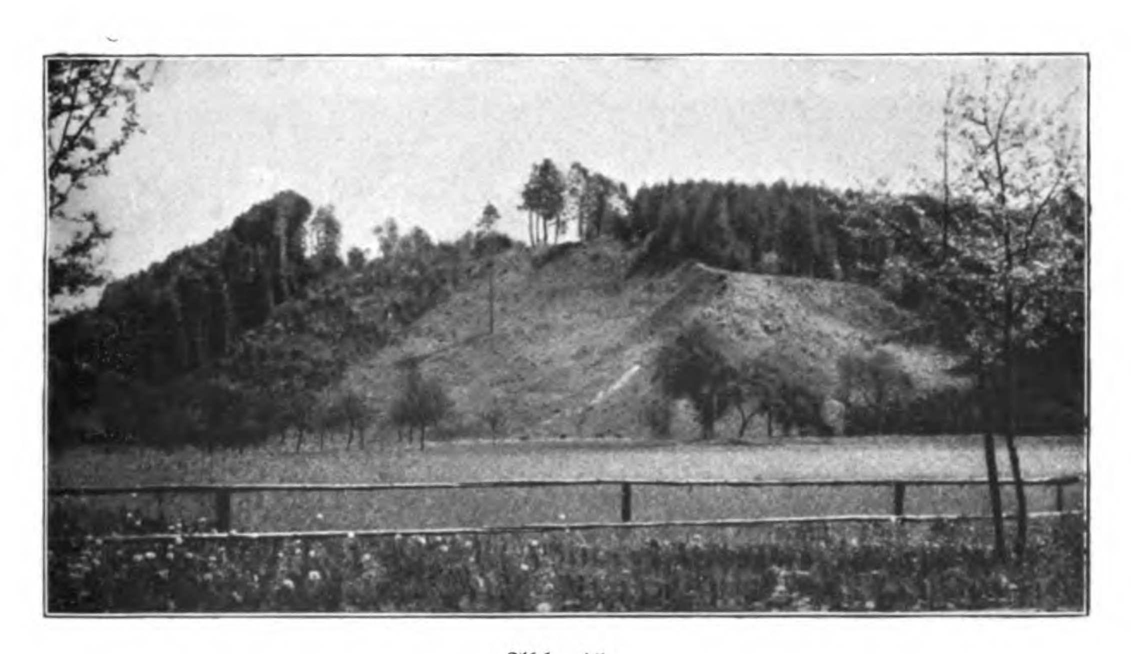


Abb. 15.
Steilhang des Argentales südwestlich von Apflau mit wohlerhaltener Form der Nachsturzhänge, aber verschwindender Schuttbildung an ihrem Fuße. S. 38.

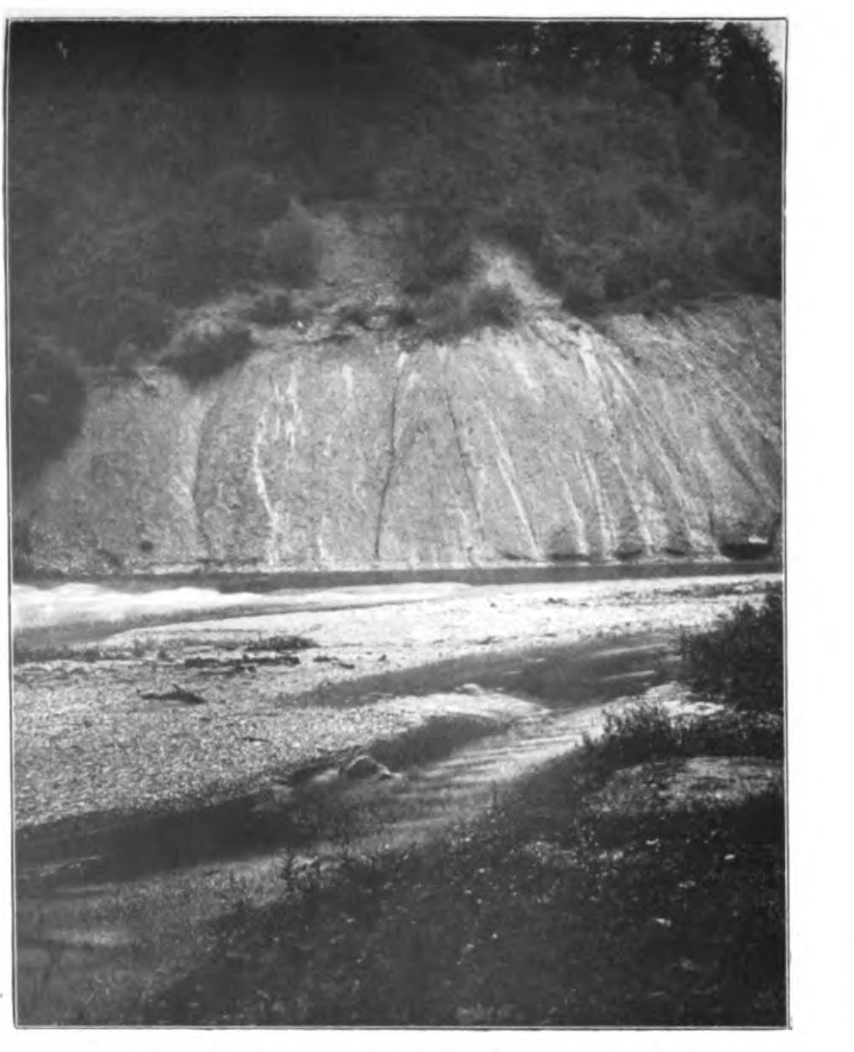


Abb. 16. Am Husarenplatz westlich Lainnau. Steilufer der Argen aus ungegliederter Grundmoräne. Am Fuße grottenartige Unterwaschung. S. 39.



Abb. 17. Szenerie aus der Argenschlinge „Sack“ nordöstlich vom Schloß Achberg. Im Hintergrunde links ist die Wand der großen Rutsche zum Teil sichtbar. S. 40, 41.



Abb. 18. Kiesgrube nördlich Blankenried. Interstadialer Terrassenkies mit horizontalen „Elbsand"-Lagen, links unter der Böschung senkrecht abgeschnitten. Oben schräg aufgeschoben letzte Grundmoräne (Achenvorstoß), mit Nagelfluhbildung im Kies darunter. Links am Hange abgerutschte Grundmoräne. S. 42.

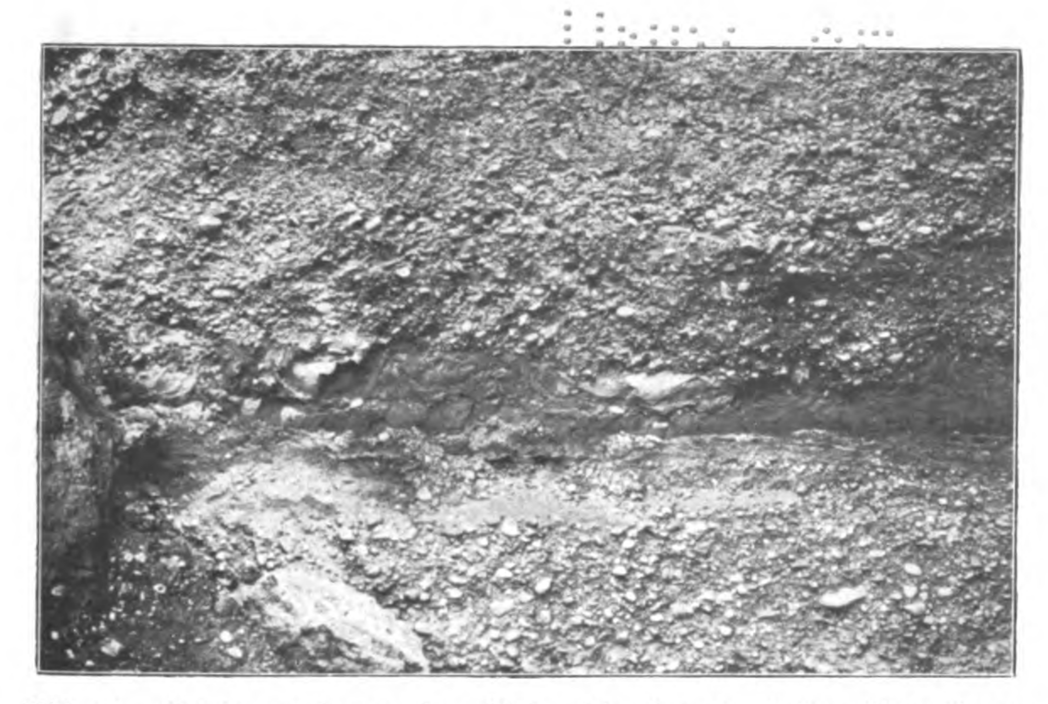
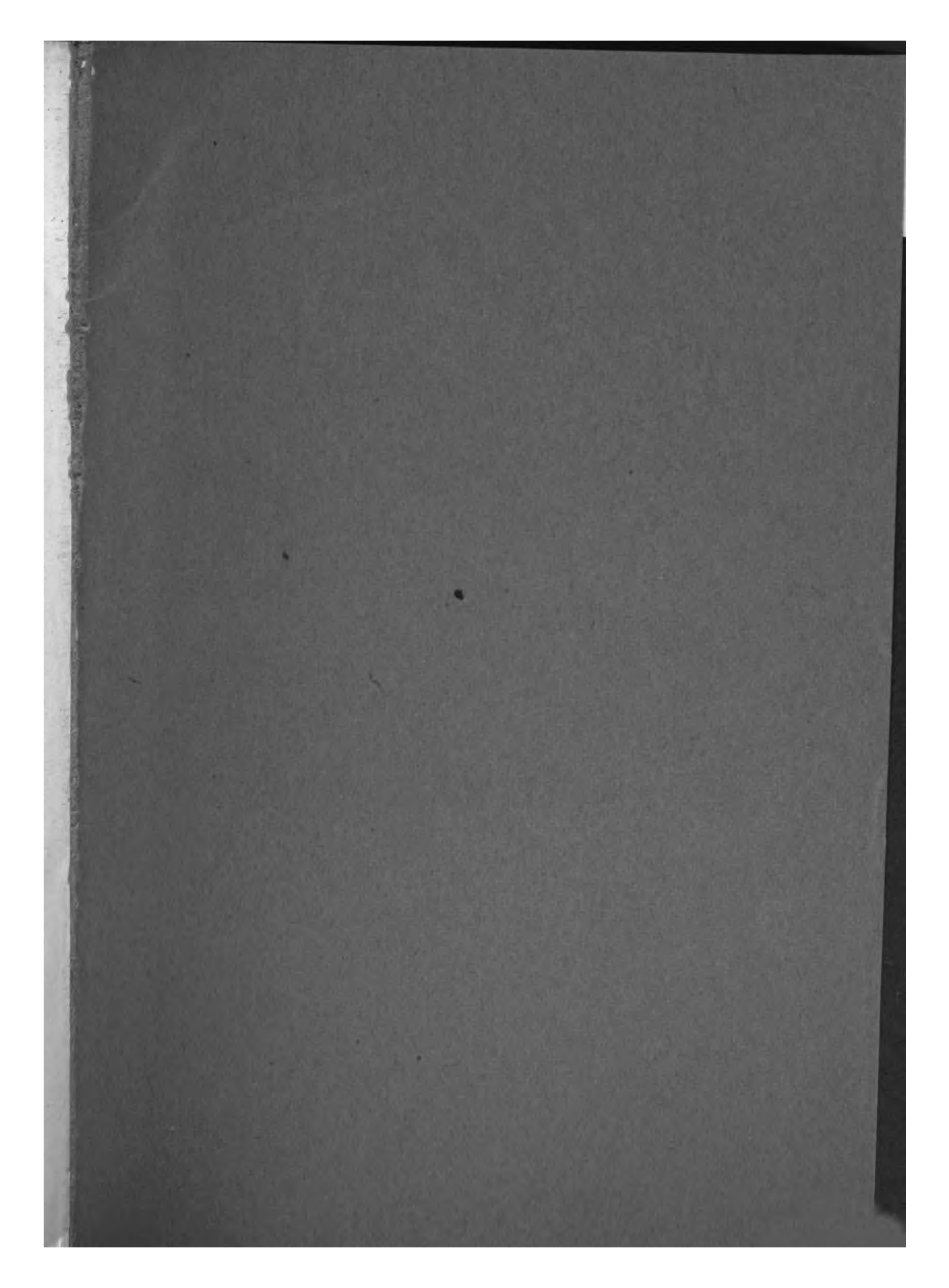
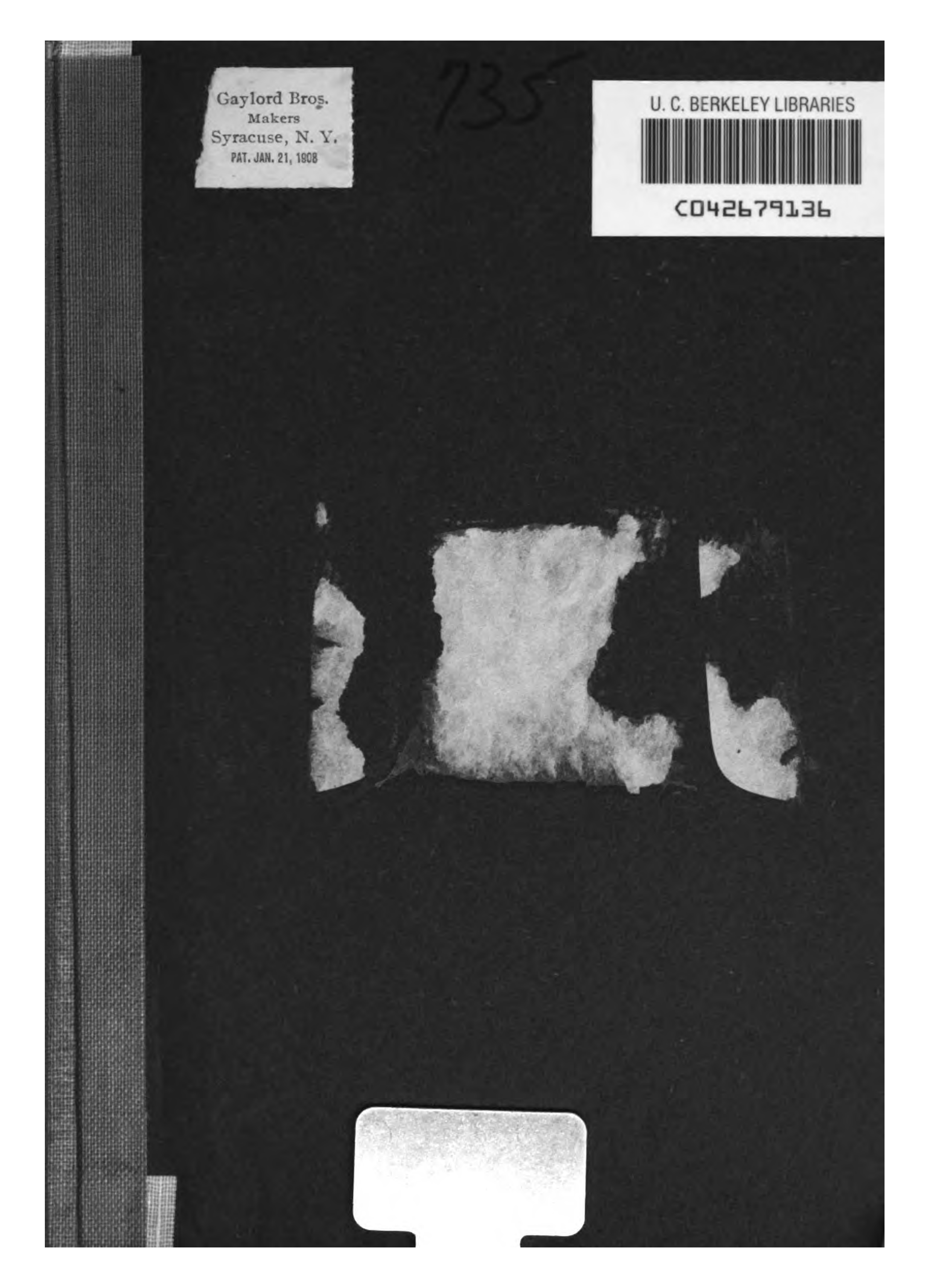


Abb. 19. Detail aus dem vorigen Bild. Die obere der beiden Elbsandlagen. In ihr verläuft horizontal eine polierte Schubfläche, im Bilde nicht sichtbar, aber angedeutet in gekröseartiger Faltung der oberen Hälfte auf der ungestörten unteren. S. 42.



Abb. 20. Kiesgrube am Hange bei Leimbach östlich Markdorf. Schöne Blockpackung in **endmoränenartiger** Eisrandschüttung unter einer Decke von Grundmoräne. S. 12, 43.




Gaylord Bros.
Makers
Syracuse, N. Y.
PAT. JAN. 21, 1908
735
U. C. BERKELEY LIBRARIES
C042679136

